ХІМІЯ

Попель П. П., Крикля Л. С.

«Хімія»

підручник для 7 класу

загальноосвітніх навчальних закладів

Шановні семикласники!

У цьому навчальному році ви розпочинаєте вивчати надзвичайно цікавий предмет — хімію. Учені-хіміки досліджують багато різних речовин, визначають їхній склад, властивості, здійснюють перетворення одних речовин на інші. Вони беруть участь у створенні матеріалів різноманітного призначення, ліків, косметичних засобів, удосконалюють виробництво металів, добрив, переробку корисних копалин, промислових і побутових відходів. Людство використовує досягнення хімічної науки для поліпшення умов життя, збереження природи для майбутніх поколінь. Ми вже не можемо обійтися без знань, які дає ця наука.

Хімія розкриває свої таємниці всім, хто цікавиться нею і прагне зрозуміти, що таке речовина, як і чому одні речовини перетворюються на інші. Ця наука має свої закони, логіку, мову.

Кожен із вас навчиться спостерігати за речовинами під час хімічних дослідів, зіставляти побачене і почуте на уроці з прочитаним у підручнику, робити висновки. Хімія допоможе вам набути навичок експериментування, сприятиме розширенню світогляду. Багато з того, про що дізнаєтесь під час уроків, знадобиться вам у житті.

Як вивчати хімію

Перша порада. Наполегливо працюйте на уроці, уважно слухайте розповідь учителя, спостерігайте за дослідами, які він демонструє вам і які ви здійснюєте в хімічному кабінеті; намагайтеся все зрозуміти.

Друга порада. Виконуючи домашнє завдання, спочатку прочитайте відповідний матеріал у параграфі підручника, уважно розгляньте малюнки, схеми, формули, а після цього розв'язуйте задачі і вправи. За необхідності зверніться до записів, зроблених вами на попередніх уроках хімії.

Третя порада. Учіться самостійно досліджувати речовини. У цьому вам допоможуть домашні експерименти. Як їх вико-

нувати — описано в підручнику. Здійснюйте ці досліди з дозволу батьків.

Будьте завжди обережними. Невміле поводження з деякими речовинами може зашкодити вашому здоров'ю.

Як користуватися підручником

На початку кожного параграфа вказано, наскільки важливим і потрібним для вас є вміщений у ньому матеріал, а наприкінці параграфів сформульовано висновки. У підручнику крім основного тексту є й допоміжний текст; його подано похилим шрифтом і виокремлено кольоровою вертикальною лінією. Додаткову інформацію і цікаві факти розміщено на полях. Основні означення виділено кольором, а нові терміни, важливі твердження і слова з логічним наголосом — курсивом. Текст до лабораторних дослідів і практичних робіт подано на кольоровому тлі.

Після кожного параграфа наведено завдання, вправи і задачі, які розміщено переважно за зростанням складності. Наприкінці підручника містяться відповіді до деяких задач і вправ, словник термінів, а також предметний покажчик. Він допоможе швидко знайти сторінку підручника, на якій ідеться про певний термін, речовину, явище тощо.

Ми прагнули створити підручник, за яким вам буде легко і цікаво навчатися. Сподіваємося, ви полюбите хімію. Щиро бажаємо вам успіхів.

Автори

Вступ

1 Хімія — природнича наука

Матеріал параграфа допоможе вам:

- з'ясувати, чому хімію вважають природничою наукою;
- усвідомити зв'язок хімії з іншими науками;
- дізнатися про внесок хіміків у розвиток людства;
- зрозуміти, навіщо потрібно вивчати хімію.

Слово «хімія» має кілька значень. Хімією називають одну з наук, навчальний предмет у школі, університеті. Іноді це слово вживають як скорочену назву хімічної промисловості.

Хімія — одна із природничих наук. На уроках природознавства ви дізналися, що існує кілька наук про природу. До них належить і хімія.

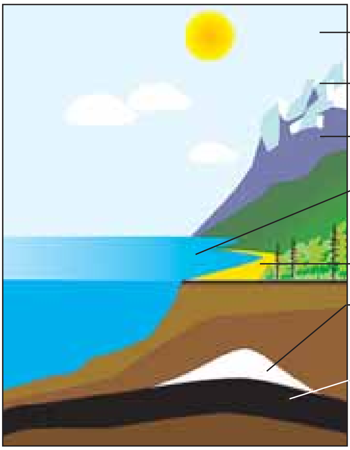
Хімія — наука про речовини та їх перетворення.

У різні часи вчені-хіміки здійснювали багато експериментів із речовинами і намагалися зрозуміти явища, які спостерігали. Вони висували різні гіпотези, створювали теорії, які перевіряли під час нових дослідів.

Нині, вивчаючи речовини — як природні, так і добуті в лабораторіях, — хіміки визнача-

ють їхній склад, внутрішню будову, виявляють різні властивості. Результати їхньої діяльності знаходять широке застосування в промисловості, техніці, повсякденному житті.

Речовини та їх перетворення в навколишньому світі. Речовини є всюди — у повітрі, природній воді, ґрунті, живих організмах (мал. 1). Вони поширені не лише на Землі, а й на інших планетах.



Мал. 1. **Речовини та їхні суміші в природі**

У природі кожної миті відбуваються перетворення речовин. Так, живі істоти при диханні споживають частину кисню, що є в повітрі, а видихають повітря з підвищеним вмістом вуглекислого газу. Цей газ виділяється під час пожеж, гниття і розкладання решток рослин, тварин. Зелене листя вбирає вуглекислий газ і воду, які перетворюються в рослинах на органічні речовини та кисень, що надходить в атмосферу. У надрах планети протягом мільйонів років утворювалися різні мінерали, нафта, природний газ, вугілля. Безліч хімічних процесів відбувається в річках, морях і океанах.

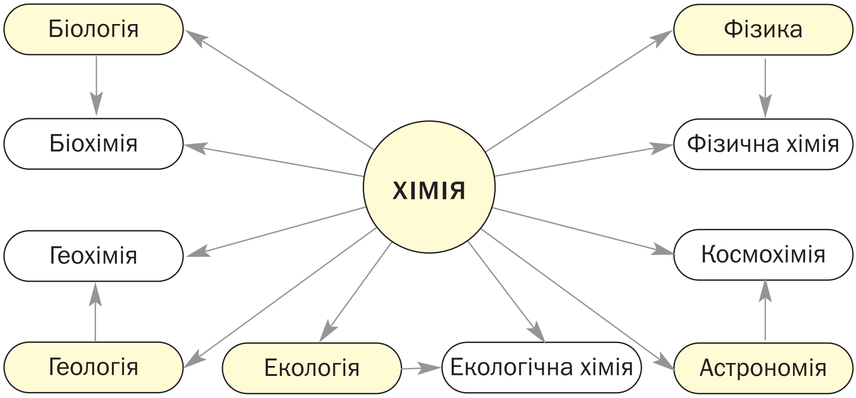
Людина щодня здійснює перетворення речовин, навіть не здогадуючись про це. Мило, яким миємо руки, при розчиненні у воді перетворюється на речовини, що виявля-

ють мийну дію. Зубна паста нейтралізує рештки кислот у роті. Під час приготування їжі з одних речовин утворюються інші, що мають новий смак, колір, запах. Харчова сода, додана у борошно, при нагріванні виділяє вуглекислий газ, який розпушує тісто. Оцтом можна видалити накип у чайнику, а соком лимона — вивести деякі плями на одязі. Ці та інші явища пояснює й передбачає наука хімія.

Хімія та інші науки. Усі природничі науки пов'язані між собою (схема 1), впливають одна на одну і взаємно збагачуються. Ізольований розвиток кожної з них неможливий.

Схема 1

Зв'язок хімії з іншими природничими науками



Перетворення одних речовин на інші супроводжуються різними фізичними явищами, наприклад виділенням чи поглинанням теплоти. Тому хіміки мають добре знати фізику. Учений-біолог, не обізнаний із законами хімії, не зможе зрозуміти і пояснити перетворення речовин, які відбуваються в живих організмах. Хімічні знання потрібні й геологу. Використовуючи їх, він успішно здійснюватиме пошук корисних копалин. Лікар, фармацевт, косметолог, металург, кулінар, люди багатьох інших професій не досягнуть високої

майстерності, якщо не матимуть відповідної хімічної підготовки.

Хімія є точною наукою. Перед тим як провести хімічний експеримент, і після його завершення вчений-хімік здійснює необхідні розрахунки. Їх результати дають змогу робити правильні висновки. Отже, діяльність хіміка неможлива без знання математики.

За останні півтора століття з'явилося багато нових наук, які стрімко розвиваються. Серед них — споріднені з хімією *фізична хімія, біохімія*, *геохімія*, *агрохімія*, *космохімія*, *екологічна хімія.*

Тисячоліттями люди жили в гармонії з природою. Але останнім часом ситуація погіршилася. Навколишнє середовище дедалі більше забруднюється виробничими та побутовими відходами. Внесення на поля надмірної кількості добрив, потрапляння вихлопних газів із двигунів автомобілів у повітря, шкідливих речовин із виробництв у водойми і ґрунт призводять до знищення рослин, загибелі тварин, погіршення здоров'я людей. Серйозною загрозою для всього живого є хімічна зброя — особливі, надзвичайно отруйні речовини. Знищення запасів такої зброї потребує чималих зусиль, коштів і часу.

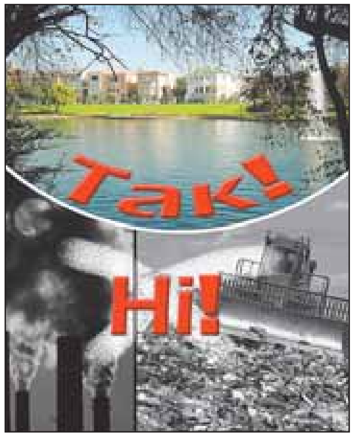
Взаємини людини і природи вивчає наука *екологія*[1]. У полі зору вчених-екологів постійно перебувають проблеми захисту навколишнього середовища від забруднень. Збереження довкілля залежить від бережного ставлення до нього кожної людини, розуміння процесів, які відбуваються при потраплянні різних речовин у природу (мал. 2).

Хімічна промисловість. На хімічних заводах здійснюють переробку різноманітної природної сировини, добувають багато речовин. Продукти хімічних виробництв

---

[1] Назва походить від грецьких слів oikos — дім, помешкання і logos — слово, вчення.

необхідні людям для забезпечення належного рівня життя (схема 2).



Мал. 2. Збережемо довкілля

Схема 2

Досягнення хімії — людині



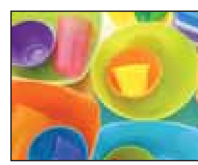
Синтетичні волокна



Будівельні матеріали



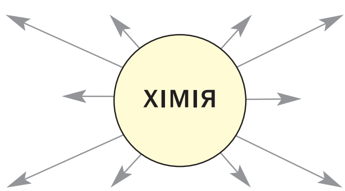
Матеріали для космічної техніки



Полімерні матеріали

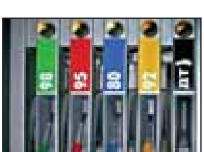


Мінеральні добрива

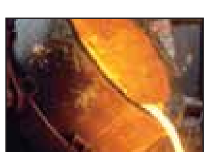




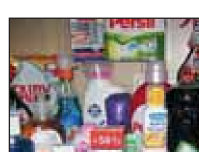
Косметичні засоби



Нафтопродукти



Метали



Побутові хімічні засоби



Лікарські засоби

Ще в середині XVIII ст., у період становлення науки хімії, видатний російський учений Михайло Ломоносов писав: «Широко простягає хімія руки свої у справи людські... Куди не глянемо, скрізь постають перед очима нашими успіхи її старанності». У наш час слова вченого набули особливої актуальності.

Хімія — навчальний предмет. Хімію, як фізику і математику, називають фундаментальною наукою. Тому предмет «хімія» є невід'ємною складовою середньої освіти (мал. 3).



Мал. 3. Учні виконують хімічний експеримент

Хімічні знання допомагають з'ясувати, що́ відбувається з речовинами в навколишній природі і живих організмах, чим багата наша планета, як змінюється все те, що на ній існує. Без цих знань ми не можемо свідомо поводитися з речовинами, ефективно і безпечно їх використовувати.

ВИСНОВКИ

Хімія — наука про речовини та їх перетворення. Це природнича наука, яка має тісні зв'язки з фізикою, біологією, математикою. Хімією також називають навчальний предмет.

Внесок науки хімії в розвиток цивілізації невпинно зростає. Досягнення учених-хіміків впроваджуються в хімічну промисловість, металургію, техніку, медицину, інші сфери діяльності людей.

Одним із найважливіших завдань людства є збереження природи, запобігання її забрудненню. Успішно виконувати його допомагають хімічні знання.

?

1. Наведіть визначення науки хімії та прокоментуйте його.
2. Знайдіть відповідність (запишіть номер кожного речення, а потім — літеру *а*, *б* чи *в* із відповідним значенням слова «хімія»):

Речення	*Значення слова «хімія»*
1) хімія, як і фізика, має свої закони;	а) навчальний предмет;
2) світова продукція хімії — сотні мільйонів тонн різних речовин;	б) галузь промисловості;
3) хімію викладають в усіх країнах світу;	в) наука.

3. Наведіть приклади перетворень речовин, про які не йшлося в тексті параграфа.
4. Назвіть кілька речовин, які не існують у природі, а добуті людиною і використовуються в повсякденному житті.
5. Прокоментуйте вивіску «Побутова хімія» в супермаркеті.
6. Що ви знаєте про забруднення довкілля речовинами промислового походження?

2 Як виникла і розвивалася наука хімія

Матеріал параграфа допоможе вам:

- з'ясувати, як інтерес людей до речовин та їх перетворень сприяв формуванню науки хімії;
- дізнатися про здобутки вчених-хіміків.

Хімія — давня і водночас молода наука. Правильні уявлення про склад речовин, їх внутрішню будову та перетворення склалися лише в останні півтора-два століття.

Зародження науки хімії. Люди з давніх-давен несвідомо здійснювали численні перетворення речовин. Навчившись добувати вогонь, вони спалювали деревину, щоб обігрівати житло, готувати їжу. Виготовляючи вино, людина використовувала процес бродіння, завдяки якому виноградний цукор перетворювався на спирт. На подібному процесі ґрунтувалося пивоваріння. Пізніше було винайдено способи добування металів із руд, створено виробництва скла, порцеляни, паперу, пороху, цегли.

Вважають, що хімія як ремесло виникла задовго до початку нашої ери в Давньому Єгипті (мал. 4). Слово «хімія» пов’язують із першою назвою цієї країни — Кемет[1]. У Єгипті набули розвитку металургія, керамічне виробництво, парфумерія, фарбування тканин, виготовлення ліків. Багато таємниць, пов’язаних із перетвореннями речовин, знали лише жерці.



Мал. 4. **Хімічні ремесла в Давньому Єгипті:** ***а*** **— склодуви;** ***б*** **— витвір гончарів;** ***в*** **— бальзамування;** ***г*** **— добування металів**

[1] За іншими гіпотезами слово «хімія» походить від давньогрецького «хюма» — лиття металів або давньокитайського «кім» — золото.

Над внутрішньою будовою речовин розмірковували ще давньогрецькі філософи. Вони стверджували, що речовини складаються з найдрібніших і неподільних частинок — атомів. Але довести це в ті часи було неможливо.

У давніх арабських країнах хімію називали алхімією («ал» — широковживаний арабський префікс). Там почали розвиватися споріднені з цією наукою мінералогія, аптечна справа, а також різноманітні виробництва — паростки сучасної хімічної технології.

У середньовіччі алхімія поширилася в Європу. Чимало творів арабських і грецьких учених, філософів було перекладено латинською мовою. Намагаючись добути «філософський камінь», що перетворював би будь-який метал на золото, запобігав старінню людини, оберігав її від хвороб, алхіміки проводили безліч дослідів (мал. 5). Вони добули багато речовин, розробили методи їх розділення й очищення, вивчили властивості, виготовляли різні види лабораторного посуду та обладнання. Алхімікам належать численні, часто випадкові, відкриття.



Мал. 5. Експерименти європейських алхіміків

Кожна наука стає справжньою, коли відкривають її закони, а на підставі здобутих знань створюють теорії. Перші теорії перетво-

рень речовин з'явилися в Європі в другій половині XVII ст., але були помилковими. У XVIII ст. було відкрито *закон збереження маси речовин під час хімічної реакції*[1] (див. § 19). Це дало поштовх стрімкому розвитку науки хімії.

Сучасна хімія. Нині хімія має міцний теоретичний фундамент. Він дає змогу вченим прогнозувати можливості існування ще невідомих речовин із необхідними для практичного використання властивостями, успішно реалізовувати їх добування.

Завдяки новим речовинам, які витримують високі температури, глибокий вакуум, мають унікальні властивості, люди навчилися використовувати атомну енергію, створили комп'ютер, міжпланетні станції. Замість деревини, скла, металів дедалі частіше застосовуються полімерні матеріали. Науковці створюють лікарські препарати, які допомагають перемагати хвороби.

Учені не лише вивчають речовини та їхні перетворення, а й виявляють причини і закономірності цих явищ, досліджують вплив на них температури, тиску, інших чинників. Вони розробляють і вдосконалюють методи переробки різноманітної природної сировини — нафти, вугілля, природного газу, металічних руд, щоб добувати максимальну кількість потрібних речовин із найменшими витратами.

Хіміки працюють у добре обладнаних лабораторіях (мал. 6). Можливості сучасної хімії необмежені.

За найвидатніші досягнення в хімії щороку одному або кільком ученим присуджують престижну нагороду — Нобелівську премію.

Багато наших співвітчизників обрали життєвий шлях, пов'язаний з хімічною наукою.

---

[1] Так називають перетворення одних речовин на інші.



Мал. 6.
Хімічна лабораторія

Вони працюють в університетах, науково-дослідних інститутах Національної академії наук.

Українські хіміки збагатили теоретичну та експериментальну хімію, добули десятки тисяч нових речовин, розробили сотні методів хімічного аналізу речовин, винайшли багато матеріалів із корисними властивостями. Вони успішно впроваджують результати своїх досліджень у різні галузі промисловості, техніки, інші сфери діяльності людей.

ВИСНОВКИ

Становлення хімії відбувалося протягом кількох тисяч років.

Хімію як фундаментальну науку започаткувало відкриття закону збереження маси речовин під час їх перетворень.

Сучасна хімічна наука має теоретичну основу і широкі можливості для досліджень. Учені-хіміки добувають багато речовин і вивчають їхні властивості з метою ефективного використання на практиці.

?

7. Чому хімію вважають давньою й водночас молодою наукою?
8. Скориставшись матеріалами з інтернету, підготуйте коротке повідомлення про цікаве відкриття або винахід алхіміків.
9. Доведіть, що людина в наш час не може обмежитися використанням лише тих речовин, які є в природі.
10. Які завдання вирішують учені-хіміки?

3 Правила роботи в хімічному кабінеті. Лабораторний посуд і обладнання

Матеріал параграфа допоможе вам:

- засвоїти правила роботи в хімічному кабінеті;
- ознайомитися з видами і призначенням лабораторного посуду та обладнання.

Ви вже знаєте, що хімія — наука про речовини та їх перетворення. Учені-хіміки здійснюють різноманітні експерименти з речовинами в хімічних лабораторіях, використовують сучасне обладнання, складні прилади.

Уроки хімії відбуваються в хімічному кабінеті, оснащеному витяжною шафою (мал. 7). У ній виконують досліди, під час яких виділяються гази з різким, неприємним запахом.

Ви працюватимете з багатьма речовинами. Деякі з них можуть спричинити запаморочення, отруєння, опіки, а легкозаймисті — пожежу. Тому з такими речовинами слід поводитися дуже обережно, пам’ятати, де в хімічному кабінеті знаходяться аптечка і протипожежні засоби.



Мал. 7. Витяжна шафа

Кожному учню потрібно знати правила роботи в хімічному кабінеті та дотримуватися їх.

Правила роботи в хімічному кабінеті

1. Під час виконання дослідів на вашому столі мають бути лише необхідні речовини (реактиви), обладнання, зошит, підручник і письмове приладдя.
2. Виконуйте дослід після того, як усвідомите послідовність своїх дій, дізнаєтесь про властивості речовин, які потрібно добути і використовувати.
3. За найменшого сумніву щодо реактивів, обладнання, послідовності та умов виконання досліду зверніться із запитаннями чи по допомогу до вчителя або лаборанта.
4. Зосередьтеся на виконанні кожного досліду, не відволікайтеся на сторонні справи й не відволікайте однокласників.
5. Дбайливо ставтеся до майна хімічного кабінету, економно витрачайте речовини.
6. Забороняється виконувати досліди, не заплановані вчителем, змішувати будь-які речовини, зливати рідини на свій розсуд, змінювати умови експерименту.
7. Спостереження записуйте під час проведення досліду, а результат і висновки — після завершення роботи.

8. **Після виконання дослідів приберіть робоче місце, витріть стіл ганчіркою насухо, помийте пробірки, інший посуд[1] і разом з обладнанням здайте вчителеві або лаборантові.**
9. **Залишки речовин після дослідів висипте чи вилийте в призначені для цього посудини. Деякі розчини можна виливати в раковину (про це скаже вчитель). Їхні рештки змийте проточною водою.**

Для того щоб успішно здійснювати хімічні експерименти, потрібно знати основні види лабораторного посуду та обладнання, а також уміти ними користуватися.

Лабораторний посуд. Більшість посуду для хімічних дослідів зроблено зі скла, решта — із порцеляни або пластмаси (мал. 8). Працюючи зі скляним посудом, слід пам'ятати, що він легко розбивається і може тріскати під час нагрівання. Порцеляновий посуд призначений для нагрівання, розтирання твердих речовин; він термостійкіший і міцніший за скляний.

У хімічній лабораторії всі речовини та їхні розчини містяться в щільно закритих банках і пляшках. Їх відкривають тільки для того, щоб узяти необхідну порцію речовини або розчину, а потім закривають. Кришки і пробки кладуть на стіл зовнішньою поверхнею.

Відбір твердої речовини із банки здійснюють *ложечкою* або *шпателем*. Певний об'єм рідини відбирають *піпеткою* або за допомогою *мірного циліндра*.

Досліди в школі зазвичай виконують у *пробірках*. Їх зроблено із тонкого скла, тому працювати з ними треба обережно. У пробірку поміщають стільки твердої речовини, щоб вона вкрила дно (0,5—1 г або не більше 1/4 чайної ложки). Рідини наливають 1—2 мл (у пробірці це шар в 1—2 см).

---

[1] Мити скляний посуд, який щойно нагрівали, не можна, тому що гаряче скло тріскає при потраплянні на нього води.



Мал. 8.

Лабораторний посуд

1 — піпетка; 2 — скляна пластинка (предметне скло); 3 — скляна паличка; 4 — скляна трубка; 5 — конічна колба; 6 — плоскодонна колба; 7 — хімічна склянка; 8 — мірний циліндр; 9 — кристалізатор; 10 — пляшка для зберігання рідин; 11 — лійка; 12 — порцелянова чашка; 13 — порцелянова ступка з товкачиком; 14 — крапельниця; 15 — банка для зберігання речовин; 16 — пробірка; 17 — порцелянова ложка

Воду в пробірку краще наливати за допомогою *промивалки* — пластмасової посудини з водою (мал. 9, *а*). Для цього трубку промивалки спрямовують у пробірку і, не торкаючись трубкою внутрішніх стінок пробірки, стискають рукою пластмасову посудину (мал. 9, *б*).

Для подрібнення часточок твердої речовини використовують *порцелянову ступку* з *товкачиком*.

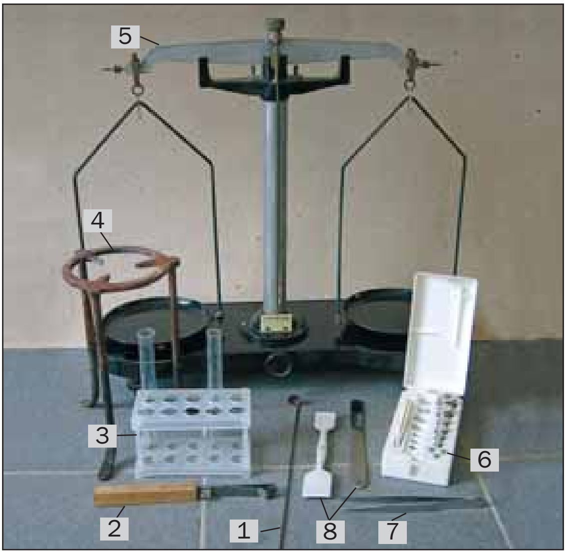




Мал. 9. Промивалка (*а*) і користування нею (*б*)

Випарювання розчинів здійснюють у *порцелянових чашках* або термостійких склянках. У чашках також прожарюють тверді речовини. Якщо потрібно випарити воду із кількох крапель розчину, це роблять на *предметному склі*.

Обладнання. У хімічному кабінеті є різне обладнання (мал. 10, 11, 12).



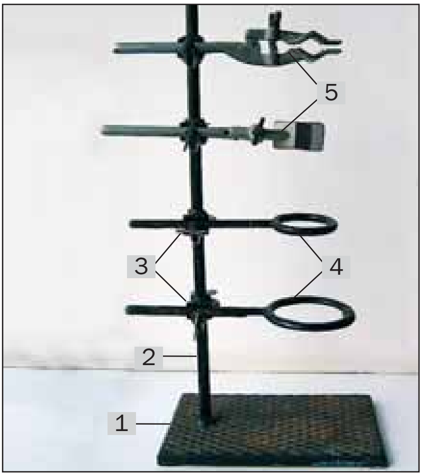
Мал. 10. Лабораторне обладнання

1 — металева ложка для спалювання речовин;
2 — пробіркотримач; 3 — штатив для пробірок;
4 — тринога; 5 — технохімічні терези; 6 — наважки;
7 — пінцет; 8 — порцеляновий і металевий шпателі



Мал. 11. Електронні терези

Для проведення дослідів часто використовують *лабораторний штатив*. Він призначений для закріплення пробірок, колб, хімічних склянок, порцелянових чашок. Це металевий стержень, закручений у підставку (мал. 12). Штатив укомплектовано муфтами, лапками, кільцями. Кожна муфта має два гвинти: один — для з'єднання її зі стержнем штатива, а другий — для закріплення в ній лапки або кільця.



Мал. 12. Лабораторний штатив

1 — підставка; 2 — стержень; 3 — муфта;
4 — кільце; 5 — лапка

Пробірку закріплюють у лапці ближче до отвору, а колбу — за шийку, причому так, щоб посудина з лапки не випадала і її можна було в

ній переміщувати. Гвинт лапки закручують без надмірних зусиль, щоб не тріснуло скло.

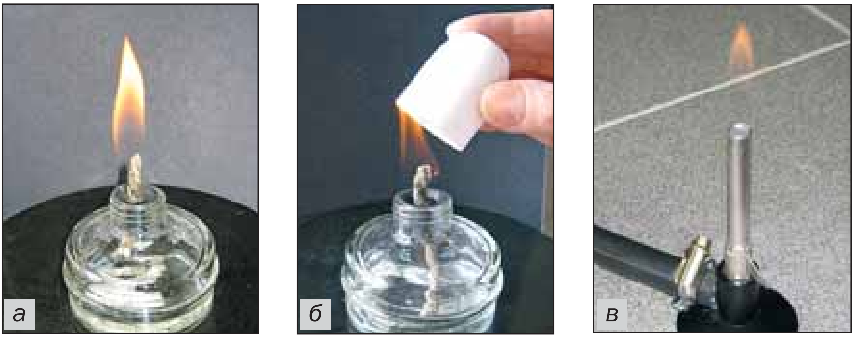
Кільце слугує підставкою для порцелянової чашки, колби чи хімічної склянки, в яких нагрівають речовини.

У деяких дослідах користуються *пробіркотримачем*. Спочатку зсувають у ньому затискач у бік ручки, потім вставляють пробірку і, притримуючи її, переміщують затискач у протилежному напрямі.

Нагрівання під час хімічних дослідів здійснюють, використовуючи спиртівку, сухе пальне, газовий пальник або електронагрівач.

Спиртівка — скляна посудина певної форми, в яку через металеву трубку вставлено ґніт — смужку зі спеціальної тканини (мал. 13, *а*). Перед використанням у спиртівку наливають спирт (до половини об'єму) і вставляють трубку із ґнотом і закріпленим на ній диском. Потім до ґнота підносять запалений сірник. Щоб погасити полум'я, спиртівку накривають ковпачком (мал. 13, *б*), припиняючи доступ повітря до спирту, що горить. *Дмухати на полум'я не можна.*

Сухе пальне — це шматочки білої горючої речовини, схожі на цукор-рафінад або великі пігулки (мал. 14). Шматочок пального кладуть на термостійку підставку і підпалюють від сірника. Гасять сухе пальне, накриваючи його металевим ковпачком або порцеляновою чашкою.



Мал. 13. Пристрої для нагрівання: *а* — спиртівка; *б* — гасіння полум'я ковпачком; *в* — газовий пальник



Мал. 14.
Сухе пальне

Газовий пальник (мал. 13, *в*) використовують у лабораторіях університетів, науково-дослідних установ, промислових підприємств. Це — металевий пристрій, який приєднують до газової магістралі.

ВИСНОВКИ

На уроках хімії під час дослідів учні мають дотримуватися певних правил.

Хімічний експеримент здійснюють з використанням спеціального посуду та обладнання.

?

11. Доберіть правильні закінчення речень (їх може бути декілька).

1) Досліди можна виконувати …

а) тільки-но розпочався урок;
б) після дозволу вчителя;
в) лише ті, які описано в підручнику або вказані вчителем;
г) ті, які хочеться зробити самому.

2) Після закінчення практичної роботи необхідно ...

а) самому прибрати робоче місце;
б) залишити всі речовини та обладнання на столі, щоб їх прибрав лаборант;
в) залишки розчинів і речовин злити чи зсипати у спеціальний посуд;
г) помити руки.

12. Назвіть посуд і обладнання, які використовують:
    а) для переливання рідин;
    б) для вимірювання об'єму рідкої речовини;
    в) для нагрівання речовин;
    г) для випарювання води з розчинів.
13. Чому лабораторний штатив і деталі до нього виготовляють із металу, а не з пластмаси?
14. Що відбуватиметься при спробі використати промивалку, в якій кришка негерметично з'єднана з посудиною або трубкою?

4 Найпростіші операції в хімічному експерименті. Правила безпеки в хімічному кабінеті

Матеріал параграфа допоможе вам:

- навчитися правильно поводитися з речовинами, розчинами та виконувати досліди з ними;
- засвоїти правила безпеки в хімічному кабінеті.

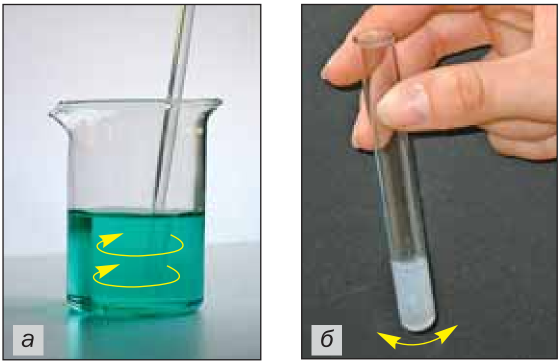
Виявлення запаху речовини. Для виявлення запаху речовини, що міститься в пробірці, необхідно рукою «захопити» повітря над пробіркою і спрямувати до носа (мал. 15). Повітря вдихають обережно, малими порціями.

Перемішування рідини у склянці або пробірці. Цю операцію здійснюють за допомогою довгої скляної палички (мал. 16, *а*). Можна також узяти пробірку трьома пальцями ближче до отвору та обережно струшувати її вміст (мал. 16, *б*). *Забороняється закривати отвір пробірки пальцем і збовтувати рідину вертикальними рухами.*

Переливання рідини. Пляшку з рідиною беруть у руку так, щоб закрити етикетку; тоді залишки рідини не потраплятимуть на напис



Мал. 15. Виявлення запаху речовини



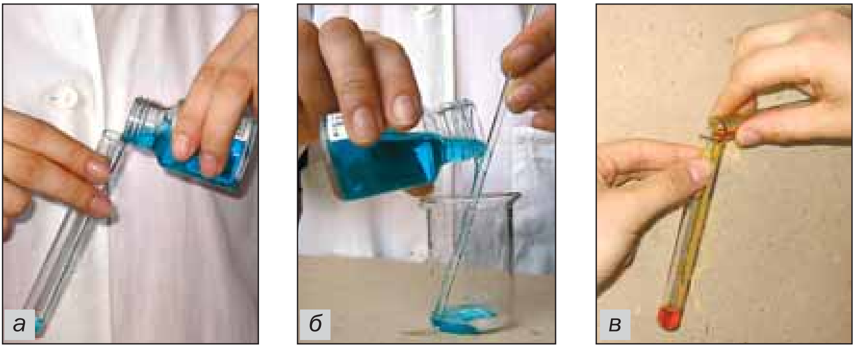
Мал. 16. Перемішування рідини:
а — скляною паличкою;
б — струшуванням

і не псуватимуть його. Краєм отвору пляшки з рідиною торкаються отвору пробірки або іншої посудини, яку тримають похило, і обережно наливають у неї необхідну кількість рідини (мал. 17, *а*). Іноді використовують лійку. Наливати рідину із пляшки в склянку можна за допомогою скляної палички (мал. 17, *б*).

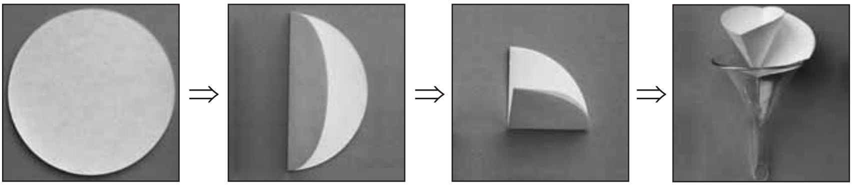
Рідину з однієї пробірки в іншу переливають так, як показано на малюнку 17, *в*.

Фільтрування. У процесі цієї операції відокремлюють нерозчинну тверду речовину від рідини. Спочатку виготовляють фільтр із волокнистого паперу білого кольору. Кружечок

Мал. 17. Переливання рідини:
а — із банки в пробірку;
б — за допомогою скляної палички;
в — із однієї пробірки в іншу



фільтрувального паперу складають удвоє, а потім — ще раз удвоє (мал. 18), розкривають суцільну четверту частину і поміщають фільтр у лійку. Якщо він виступає за край лійки, його виймають, відрізають частину по колу так, щоб від краю фільтра до краю лійки залишалося приблизно 0,5 см, і знову вставляють у лійку. Фільтр змочують невеликою кількістю води і притискають до внутрішньої поверхні лійки.



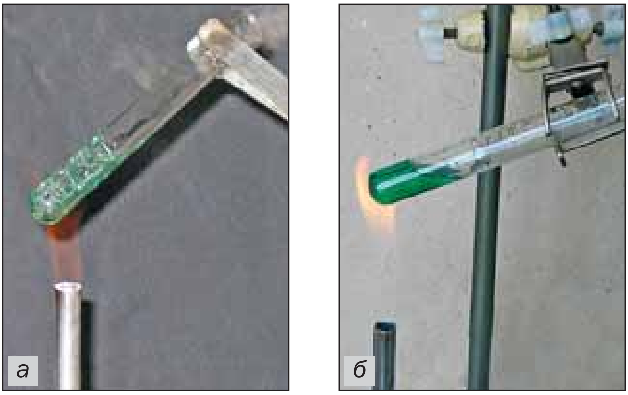
Мал. 18. Складання фільтру

Лійку з фільтром поміщають у кільце лабораторного штативу, а під нею ставлять склянку для збирання рідини (фільтрату). Фільтрування можна проводити, використовуючи скляну паличку (мал. 19).



Мал. 19. Фільтрування

Нагрівання речовини у пробірці. Верхню частину пробірки з речовиною чи розчином закріплюють у пробіркотримачі або в лапці лабораторного штатива (мал. 20). Запалюють



Мал. 20. Нагрівання рідини у пробірці: *а* — закріпленій у пробіркотримачі; *б* — закріпленій у штативі

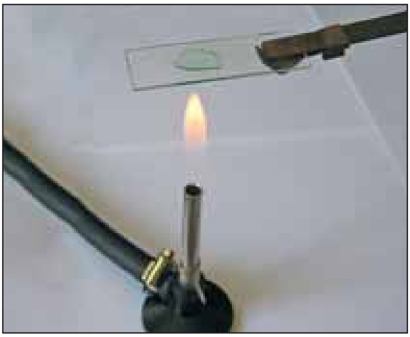
спиртівку чи сухе пальне. Спершу рівномірно нагрівають усю пробірку, а потім, у верхній зоні полум'я, де температура найвища, — ту її частину, в якій міститься речовина або розчин. Після досліду гарячу пробірку не виймають із пробіркотримача, а кладуть разом із ним для охолодження на керамічну або металеву підставку. Якщо пробірку було закріплено в штативі, її залишають охолоджуватися в ньому. Спиртівку або сухе пальне гасять.

Нагрівання речовини або випарювання рідини в порцеляновій чашці. У лабораторному штативі за допомогою муфти закріплюють кільце і розміщують у ньому порцелянову чашку з речовиною або розчином. Запалюють спиртівку. Кільце має бути встановлене так, щоб нижня частина чашки перебувала у верхній частині полум'я (мал. 21).

Випарювання рідини на предметному склі. Предметне скло закріплюють у пробіркотримачі. За допомогою скляної палички, трубки або піпетки наносять на скло кілька крапель водного розчину і рівномірно нагрівають над полум'ям усю поверхню скла (мал. 22) до повного випаровування води. Після досліду гаряче скло кладуть разом із пробіркотримачем для охолодження на керамічну або металеву підставку.



Мал. 21.
Нагрівання рідини
в порцеляновій чашці



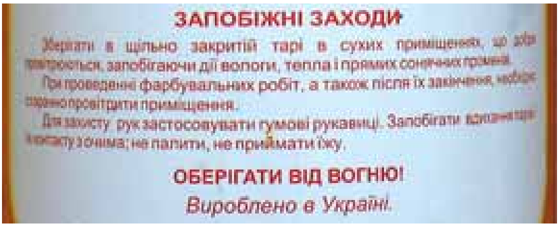
Мал. 22.
Випарювання рідини
на предметному склі

Правила безпеки під час роботи в хімічному кабінеті

1. Кожний дослід виконуйте чітко за інструкцією, вміщеною в підручнику, та згідно з рекомендаціями вчителя.
2. Досліди з використанням або утворенням шкідливих летких речовин, а також газів із різким запахом здійснюйте у витяжній шафі з увімкненим мотором.
3. За перебігом досліду в пробірці спостерігайте через її стінки. Не можна дивитися на речовини в отвір пробірки, особливо під час нагрівання.
4. Під час роботи з вогнем будьте особливо уважними і обережними.
5. Нагрівайте пробірку з розчином або речовиною рівномірно. При цьому заборонено наливати або насипати в неї будь-яку речовину. Не ставте гарячу пробірку в пластмасовий штатив.
6. Категорично забороняється брати речовини руками, пробувати їх на смак, розсипати, розбризкувати або підпалювати.
7. Для дослідів використовуйте лише чистий і неушкоджений лабораторний посуд.
8. Якщо на шкіру потрапила будь-яка речовина, струсіть її, змийте великою кількістю проточної води й одразу зверніться до вчителя або лаборанта.
9. Після виконання дослідів ретельно помийте руки з милом.
10. Не вживайте їжі в хімічному кабінеті.
11. У разі нещасного випадку негайно зверніться до вчителя.

Ці правила важливо пам’ятати ще й тому, що деякі з них можуть знадобитися в повсякденному житті. Заходи безпеки під час роботи з фарбами, органічними розчинниками, мийними засобами, отрутохімікатами, іншими товарами побутової хімії вказано на упаковках або етикетках (мал. 23).





Мал. 23. Етикетка на банці з лаком для підлоги

ВИСНОВКИ

На уроках хімії вчитель і учні здійснюють різні операції з речовинами, їхніми розчинами. Найчастіше доводиться наливати в пробірки воду і розчини, перемішувати їх, нагрівати, іноді — випарювати, фільтрувати, виявляти запах речовин.

Під час виконання хімічного експерименту учні мають дотримуватися правил безпеки.

?

15. Доберіть правильні закінчення речення:

Нагрівати пробірку з речовиною треба ...

а) тримаючи її рукою біля отвору;

б) попередньо закріпивши її в пробіркотримачі;

в) спочатку всю, рухаючи в полум’ї, а потім — лише ту частину, де міститься речовина;

г) тільки в тій частині, де міститься речовина.

16. Чому для перемішування рідини у склянці іноді використовують скляну паличку із гумовим наконечником (шматочком гумової трубки)?
17. Який вид посуду доцільно використати для переливання значної кількості рідини з однієї пляшки в іншу?
18. Яких правил безпеки слід дотримуватися під час досліду, що передбачає нагрівання?
19. Чому речовини під час хімічного експерименту нагрівають у скляному або керамічному посуді, але не в пластмасовому?
20. Які правила безпеки, наведені в параграфі, є актуальними під час ремонтних робіт у квартирі?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

Будова полум’я. Найпростіші операції в хімічному експерименті

Перед виконанням практичної роботи уважно прочитайте правила безпеки в хімічному кабінеті (с. 28) і чітко їх дотримуйтеся.

Будьте обережними з вогнем.

ДОСЛІД 1
Вивчення будови полум’я

Запаліть свічку. Ви побачите, що полум’я неоднорідне (мал. 24). У *нижній*, темній, частині полум’я температура невисока. Через нестачу повітря горіння тут майже не відбувається. Парафін, з якого виготовлено свічку, спочатку плавиться, а потім перетворюється на газоподібні горючі речовини.



$t_3 > t_2 > t_1$

Мал. 24. Будова полум'я

У *середній* частині полум'я температура вища. Тут частина речовин згоряє, а решта перетворюється на горючі гази і часточки сажі, які розжарюються і світяться. Тому ця частина полум'я найяскравіша.

Доведіть наявність часточок сажі, помістивши в середню частину полум'я порцелянові чашку або шпатель. Що спостерігаєте?

Верхня частина полум'я має найвищу температуру. У ній усі речовини згоряють повністю; при цьому утворюються вуглекислий газ і водяна пара.

Під час проведення хімічних дослідів ***нагрівати речовини потрібно у верхній частині полум'я, де температура найвища.***

ДОСЛІД 2
Приготування розчину солі

Шпателем відберіть із банки невелику кількість кухонної солі[1] (1/4—1/3 чайної ложки) і помістіть її в хімічну склянку об'ємом 50 мл. Долийте до солі воду (не більше половини склянки) і перемішуйте скляною паличкою до повного розчинення речовини.

[1] Учитель може замінити кухонну сіль на кальциновану соду або забарвлену речовину (наприклад, мідний купорос).

ДОСЛІД 3
Переливання розчину

Обережно перелийте частину розчину солі зі склянки в пробірку до 1/4—1/3 її об'єму. Після цього перелийте приблизно 2 мл розчину із цієї пробірки в іншу. Обидві пробірки поставте у штатив.

ДОСЛІД 4
Нагрівання рідини в пробірці, закріпленій у лабораторному штативі

Пробірку із 2 мл розчину солі закріпіть похило в лапці лабораторного штатива ближче до отвору. Запаліть спиртівку[1]. Відрегулюйте висоту положення лапки в штативі так, щоб нижня частина пробірки перебувала у верхній частині полум'я. Обережно візьміть спиртівку в руку і рівномірно прогрійте всю пробірку. Потім поставте спиртівку під пробірку і нагрівайте розчин у ній до закипання. *Не допускайте викиду рідини із пробірки!*

Відставте спиртівку, не гасячи полум'я, для наступного досліду.

Пробірку з розчином після її охолодження вийміть із лапки лабораторного штатива і поставте в штатив для пробірок.

ДОСЛІД 5
Нагрівання рідини в пробірці, закріпленій у пробіркотримачі

Закріпіть другу пробірку з розчином солі у пробіркотримачі. Спочатку рівномірно нагрійте всю пробірку, а потім — ту її частину, де міститься рідина. Тільки-но розчин закипить, відставте спиртівку і погасіть полум'я, накривши ковпачком.

---

[1] Замість спиртівки можна використати сухе пальне.

Не виймаючи пробірку із пробіркотримача, вилийте гарячий розчин у склянку і покладіть пробірку разом із пробіркотримачем на спеціальну підставку для охолодження. *Не ставте гарячу пробірку в пластмасовий штатив.*

?

21. Із яких частин складається полум'я? Охарактеризуйте їх.
22. У якому випадку рідина в колбі закипить швидше — коли дно посудини перебуває у верхній чи нижній частині полум'я? Відповідь обґрунтуйте.
23. Чому при нагріванні пробірки потрібно спочатку її всю прогріти?
24. У який бік слід спрямовувати пробірку при нагріванні в ній рідини?
25. Чому не можна ставити гарячу пробірку в пластмасовий штатив?

1 розділ
Початкові хімічні поняття

Хімію починають вивчати з ознайомлення із різними речовинами, їхніми найменшими частинками, властивостями. Ця наука, як і математика, біологія, фізика та інші науки, має свою мову, терміни, поняття, закони.

Від того, наскільки успішними будуть ваші перші кроки у світі хімії, залежать формування інтересу до цієї науки і майбутні досягнення в навчанні.

5 Речовини. Атоми, молекули

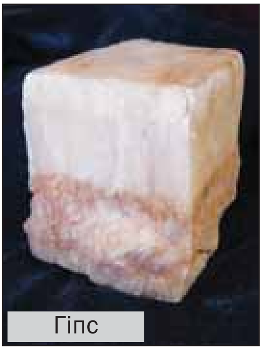
Матеріал параграфа допоможе вам:

- розрізняти речовини і фізичні тіла;
- відрізняти матеріали від інших речовин та їхніх сумішей;
- пригадати відомості про найменші частинки речовини — атоми і молекули.

Речовина. У повсякденному житті ми стикаємося з багатьма речовинами. Серед них — вода, цукор, кухонна сіль, харчова сода, лимонна кислота, крейда, залізо, золото... Цей перелік можна значно розширити. У сотні разів більше речовин добувають і використовують хіміки в лабораторіях.

Нині відомо понад 20 млн речовин. Багато з них трапляється в природі (мал. 25). У повітрі є різні гази, серед яких переважають азот і кисень; у річках, морях, океанах — крім води, розчинені в ній речовини; у земній корі — численні мінерали, руди тощо. Велика кількість речовин міститься в живих організмах.

Мал. 25. Природні речовини


Гіпс


Мармур


Малахіт

Алюмінію, цинку, ацетону, вапна, поліетилену, багатьох інших речовин у природі немає; їх виробляють на заводах (мал. 26).


Алюміній


Ацетон


Мідний купорос

Мал. 26. Речовини, добуті людиною

Деякі речовини, які є в природі, можна добути з інших речовин. Так, при нагріванні марганцівки виділяється кисень, а при нагріванні крейди — вуглекислий газ. Учені за високої температури і великого тиску перетворюють графіт на алмаз. Щоправда, кристалики штучних алмазів дуже дрібні й непри-

датні для виготовлення ювелірних прикрас. Їх використовують у бурильних і шліфувальних пристроях, інструментах для обробки металів і каменю.

Невід'ємною ознакою речовини є маса. Світлові промені, електричне та магнітне поля не мають маси і тому до речовин не належать.

Із речовин складаються фізичні тіла. Фізичними тілами є, наприклад, крапля води, кристал мінералу, уламок скла, зерно пшениці, яблуко, горіх, а також предмети, виготовлені людиною, — годинник, іграшка, книжка, намисто тощо.

▶ Назвіть речовини, з яких складаються такі фізичні тіла: крижина, цвях, олівець.

Для речовин або їхніх сумішей, які використовують у будівництві, для виготовлення різного обладнання, предметів побутового вжитку, художніх виробів, існує загальна назва — *матеріали* (мал. 27). Першими матеріалами в історії людства були ті, які надавала природа, — деревина, камінь, глина. Згодом люди навчилися виплавляти залізо та інші метали, виробляти скло, вапно, цемент. У наш час замість традиційних матеріалів дедалі ширше використовують різноманітні пластмаси.

Мал. 27. **Будівельні матеріали**

▶ Із яких матеріалів можуть бути виготовлені ваза, тарілка, стілець?



Агрегатні стани речовини. Відомо три агрегатні стани речовини — твердий, рідкий і газоподібний.

Під час нагрівання більшість твердих речовин плавиться, а рідини закипають, перетворюючись на пару. При зниженні температури відбуваються зворотні перетворення. Гази за високого тиску зріджуються. За усіх цих явищ атоми і молекули не руйнуються. Отже, *речовина, змінюючи свій агрегатний стан, не перетворюється на іншу*.

Кожний знає про три агрегатні стани води, які існують у природі: лід, вода, водяна пара. Але для цукру, наприклад, відомі два агрегатні стани — твердий і рідкий. При нагріванні цукор спочатку плавиться, потім утворена рідина темніє, і з'являється неприємний запах. Це свідчить про перетворення цукру на інші речовини. Отже, газоподібного стану для цукру не існує. Графіт не можна розплавити; за температури 3500 °С він одразу перетворюється на пару.

Кристалічні та аморфні речовини. *Розглядаючи кухонну сіль і цукор крізь збільшувальне скло, можемо помітити, що часточки солі мають форму куба, а цукру — іншу форму, переважно теж правильну, симетричну. Кожна така часточка є кристалом. Кристал — це самоутворене фізичне тіло, що має плоскі грані та прямі ребра. Отже, сіль (мал. 28, а) і цукор — кристалічні речовини. До таких речовин належать лимонна кислота, глюкоза, більшість мінералів, метали тощо. У багатьох випадках кристали дуже дрібні. Форма кристалу зумовлена певним (упорядкованим) розміщенням у ньому найменших частинок речовини.*

Скло — не кристалічна, а аморфна[1] речовина. Якщо його подрібнити, то отримаємо безформні уламки (мал. 28, б). Аморфними речовинами є крохмаль, поліетилен та ін.

---

[1] Термін походить від грецьких префікса *а-* (означає заперечення) і слова morphë — форма.



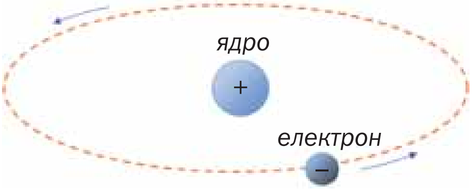


Мал. 28. Кристалічна (*а*) і аморфна (*б*) речовини: *а* — кам'яна сіль; *б* — скло

Атоми, молекули. На уроках природознавства ви дізналися про те, що речовини складаються з безлічі найдрібніших, невидимих навіть у потужний мікроскоп частинок — атомів, молекул.

Атом[1] — найменша частинка речовини, яка не має електричного заряду і складається з ядра і електронів, що рухаються навколо нього.

Ядра атомів заряджені позитивно, а електрони мають негативний заряд (мал. 29).



Мал. 29. Модель найпростішого атома

Атоми можуть відрізнятися один від одного за складом (наприклад, за кількістю електронів), а також за масою.

Атомами утворена невелика кількість речовин. Серед них — графіт, алмаз, деякі мінерали, декілька газів.

Молекула[2] — частинка речовини, яка складається з двох або більшої кількості сполучених атомів.

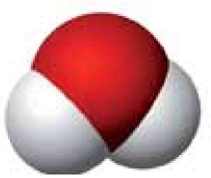
---

[1] Слово походить від грецького atomos — неподільний.

[2] Слово походить від латинського слова moles (маса), зменшувального суфікса cula і в перекладі означає «маленька маса».

Газ водень складається з молекул, у кожній з яких міститься два однакових атоми (мал. 30, *а*). У молекулі води — три атоми (мал. 30, *б*); два з них однакові, такі самі, що і в молекулі водню, а третій — іншого складу і майже в 16 разів важчий.





Мал. 30. Моделі молекул: *а* — водню; *б* — води

Молекулярних речовин — більшість. Серед них — майже всі гази, органічні речовини (за деякими винятками), кислоти тощо.

Атоми і молекули в газах і рідинах безладно рухаються, а в твердих речовинах перебувають у певних «позиціях» і зазнають незначних коливань.

ВИСНОВКИ

Фізичні тіла складаються з речовин. Невід'ємна ознака речовини — маса.

Більшість речовин може перебувати у трьох агрегатних станах — твердому, рідкому й газоподібному.

Речовини та їхні суміші, які використовують у будівництві, для виготовлення обладнання, різних предметів, називають матеріалами.

Атом — найменша частинка речовини, яка не має електричного заряду і складається з ядра і електронів, що рухаються навколо нього.

Молекула — частинка речовини, яка складається з двох або більшої кількості сполучених атомів.

?

26. Виберіть серед наведених слів і словосполучень ті, які стосуються речовин: стіл, мідь, пластмасова пляшка, спирт, газета, цукор, водяна пара, срібний ланцюжок.
27. Знайдіть відповідність:

Речовина	*Фізичне тіло*
1) золото;	а) ножиці;
2) залізо;	б) каблучка;
3) поліетилен;	в) вітрина;
4) скло;	г) господарчий пакет.

28. Назвіть у наведеному переліку будівельні матеріали: гіпс, віск, скло, графіт, цемент, гліцерин, капрон, мармур.
29. Наведіть приклади:
    а) кількох різних предметів, виготовлених з одного й того самого матеріалу;
    б) предмета, виготовленого з кількох матеріалів;
    в) двох матеріалів, з яких виготовляють аналогічні предмети.
30. Яка частинка є найменшою — електрон, молекула чи атом?
31. Чи має молекула електричний заряд? Чи містяться в ній електрони?

6 Фізичні властивості речовин. Як вивчають речовини

Матеріал параграфа допоможе вам:

- з'ясувати, які властивості речовин називають фізичними;
- навчитися характеризувати речовини за фізичними властивостями;
- підготуватися до експерименту з вивчення речовин.

Кожна речовина має певні властивості.

Властивості речовини — це ознаки, за якими речовина відрізняється від іншої або подібна до неї.

Фізичні властивості речовин. Залізо легко відрізнити від деревини за кольором, особли-

вим блиском, а також на дотик: метал завжди здається холоднішим, бо краще проводить теплоту. Використовуючи магніт, бачимо, що залізо притягується до нього, а деревина — ні. На відміну від заліза деревина у воді не тоне, бо її густина менша за густину води, а густина заліза — більша.

Властивості речовини, які виявляють спостереженням або вимірюваннями, не перетворюючи її на іншу речовину, називають *фізичними*.

Найважливішими фізичними властивостями речовини є:

- агрегатний стан за певних температури й тиску;
- колір, блиск (або їх відсутність);
- запах (або його відсутність);
- розчинність (або нерозчинність) у воді;
- температура плавлення;
- температура кипіння;
- густина;
- теплопровідність;
- електропровідність (або неелектропровідність).

Перелік фізичних властивостей твердих речовин можна розширити, включивши до нього твердість, пластичність (або крихкість). Описуючи рідину, зазначають, якою вона є — рухливою чи оліїстою.

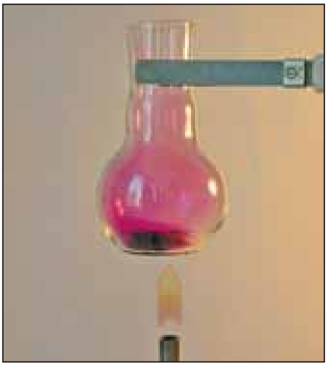
Колір речовини, запах і смак визначають за допомогою органів чуття, а густину, електропровідність, температури плавлення та кипіння — вимірюваннями.

Відомості про фізичні властивості багатьох речовин вміщено у спеціальній літературі, зокрема в довідниках.

Більшість фізичних властивостей речовини залежить від її агрегатного стану. Так, густина льоду, води і водяної пари різна. Газуватий кисень безбарвний, а рідкий — блакитний.

Температури кипіння речовин змінюються зі зміною тиску. Наприклад, вода за пониженого тиску закипає при температурі, нижчій від 100 °С. Густина будь-якого газу залежить від тиску і температури.

Знання фізичних властивостей нерідко допомагає «впізнавати» речовини. Наприклад, єдиний метал червоного кольору — мідь. Солоний смак має лише кухонна сіль. Йод — майже чорна тверда речовина, яка при нагріванні перетворюється на темно-фіолетову пару (мал. 31). Для визначення багатьох речовин беруть до уваги сукупність їхніх властивостей.



Мал. 31. Нагрівання йоду

Крім фізичних властивостей кожна речовина має хімічні властивості. Вони виявляються в здатності речовини до перетворень на інші речовини. Про ці властивості йтиметься далі.

Як вивчають речовини. На уроках хімії ви працюватимете з різними речовинами. Вам необхідно вміти описувати їх зовнішній вигляд, виявляти певні властивості, порівнювати з іншими речовинами, навчитися відрізняти одну речовину від іншої.

Вивчаючи речовину, вчені-хіміки визначають:

- її фізичні властивості;
- склад речовини, тобто те, з яких частинок вона складається, скільки і яких атомів містять її молекули;

- внутрішню будову речовини в твердому стані (розміщення в ній найменших частинок);
- хімічні властивості.

Склад речовини встановлюють, здійснюючи її хімічний аналіз, а внутрішню будову досліджують за допомогою спеціальних приладів.

Ретельного вивчення потребують щойно добуті речовини. Якщо нова речовина виявляє властивості, цінні для практики, то для неї знаходять відповідну сферу використання. Іноді хімік вирішує дослідити відому речовину, щоб підтвердити або уточнити відомості про неї.

ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 1
Ознайомлення з фізичними властивостями речовин

Вам видано три пробірки, в яких містяться калійна селітра[1], графіт і поліетилен[2]. У вашому розпорядженні є склянка з водою (або промивалка) і скляні палички.

Опишіть речовини. Який вигляд мають часточки кожної речовини? Це — кристалики, дрібні кусочки довільної форми, порошок? З'ясуйте, чи розчиняються речовини у воді, легші або важчі вони за воду.

Запишіть фізичні властивості речовин у таблицю:

Фізичні властивості	**Речовина**		
	Селітра	**Графіт**	**Поліетилен**
Агрегатний стан за звичайних умов			
Колір			
...			

[1] Калійна селітра — мінеральне добриво.

[2] Учитель може замінити графіт на сірку, мідні або залізні ошурки, а поліетилен — на інший полімер.

За якою властивістю (властивостями) можна відрізнити кожну речовину від двох інших?

Назвіть властивості, подібні для двох речовин, трьох речовин.

Хімічний експеримент. Хімія — експериментальна наука. Вона не може існувати й розвиватися без здійснення різноманітних дослідів з речовинами.

Перед тим як розпочати експеримент, хімік усвідомлює його мету, збирає інформацію про речовини, з якими працюватиме. Потім він складає план експерименту, визначає умови його проведення. Під час досліду вчений спостерігає за речовинами, фіксує зміни, що відбуваються з ними, здійснює необхідні вимірювання. Результати спостережень, вимірювань, відповідні обчислення він занотовує в лабораторний журнал. Після завершення експерименту хімік аналізує і пояснює отримані результати, робить висновки.

Підсумком проведення низки дослідів може бути виявлення певної закономірності. На підставі багатьох закономірностей вчені створюють теорію. Сукупність теорій становить основу кожної науки.

ВИСНОВКИ

Властивості речовини — це ознаки, за якими вона відрізняється від іншої речовини або подібна до неї. Фізичні властивості визначають спостереженням, вимірюваннями, без перетворення речовини на іншу.

Досліджуючи речовину, вивчають її фізичні та хімічні властивості, склад, внутрішню будову.

Хімічний експеримент здійснюють за планом, проводячи спостереження, вимірювання, обчислення. Отримані результати разом із висновками записують у лабораторний журнал.

?

32. Які властивості речовин називають фізичними? Які фізичні властивості визначають візуально, а які — вимірюваннями?
33. Опишіть фізичні властивості крейди.
34. Які речовини, що є у вас вдома, можна виявити за запахом?
35. У посудинах без етикеток містяться парфуми, олія, кухонна сіль, кусочки заліза і граніту. За якими властивостями речовин можна визначити вміст кожної склянки?
36. Назвіть кілька твердих речовин, які ви можете легко відрізнити від усіх інших.
37. Що визначає хімік, вивчаючи речовину?
38. Якими мають бути ваші дії та їх послідовність, якщо необхідно здійснити хімічний експеримент?
39. Учень записував спостереження під час хімічного експерименту не в зошиті, а на аркушиках паперу, вирваних із нотатника. Учитель визнав це за недолік роботи учня. Як ви думаєте, чому?

НА ДОЗВІЛЛІ

Властивості деяких речовин

Напишіть на окремих папірцях назви речовин: кухонна сіль «Екстра», цукрова пудра, крохмаль. Насипте на кожний папірець по кілька грамів відповідної речовини.

Опишіть зовнішній вигляд речовин.

Потріть кожну речовину пальцями і виявіть, наскільки дрібними є її часточки.

Випробуйте речовини на смак. (*Із речовинами, які є в хімічній лабораторії, це робити категорично заборонено.*)

З’ясуйте, чи розчиняється кожна речовина у воді.

Занотуйте результати спостережень і випробувань у таблицю, аналогічну поданій для лабораторного досліду 1 (с. 43).

Як можна відрізнити кожну речовину від інших?

7 Чисті речовини і суміші

Матеріал параграфа допоможе вам:

- переконатися в тому, що абсолютно чистих речовин не існує;
- розрізняти однорідні й неоднорідні суміші речовин;
- з'ясувати, в яких сумішах фізичні властивості речовин зберігаються, а в яких — ні.

Чисті речовини і суміші. У кожній речовині завжди міститься певна кількість домішок, тобто інших речовин. Вони потрапляють до неї під час її добування, зберігання або використання. Речовину, в якій домішок дуже мало (наприклад, менше 1 г в 1 кг), прийнято вважати чистою. З такими речовинами працюють у науковій лабораторії, шкільному хімічному кабінеті. Чисті цукор і кухонну сіль ми використовуємо як харчові продукти.

Якщо вміст домішок у речовині істотний, тоді маємо суміш речовин. У природі дуже рідко трапляються чисті речовини, а переважають суміші. Те саме стосується харчових продуктів, лікарських і косметичних засобів, товарів побутової хімії, будівельних матеріалів.

Кожну речовину, що міститься в суміші, називають *компонентом*.

Існують однорідні й неоднорідні суміші.

Однорідні суміші. Додамо невелику порцію цукру в склянку з водою і будемо перемішувати, доки весь цукор не розчиниться. Рідина матиме солодкий смак. Отже, цукор не зник, а залишився в суміші. Проте його кристаликів ми не побачимо, навіть розглядаючи краплю рідини у потужний мікроскоп. Виготовлена суміш із цукру і води є однорідною (мал. 32); у ній рівномірно пере-

мішані найдрібніші частинки (молекули) цих речовин.



Мал. 32. Однорідна суміш (водний розчин цукру)

Суміші, компоненти яких неможливо виявити спостереженням, називають *однорідними*.

Більшість металічних сплавів — також однорідні суміші. Так, у сплаві золота з міддю, який використовують для виробництва ювелірних прикрас, відсутні червоні часточки міді й жовті часточки золота.

Із матеріалів, що є однорідними сумішами речовин, виготовляють багато предметів різноманітного призначення (мал. 33).

До однорідних сумішей належать усі суміші газів, у тому числі й повітря. Відомо чимало однорідних сумішей рідин. Така суміш утворюється при змішуванні, наприклад, спирту і води.



Мал. 33. Предмети, виготовлені з однорідних сумішей

▶ Наведіть свій приклад однорідної суміші.

Однорідні суміші ще називають *розчинами*, навіть якщо вони тверді або газоподібні.

За деякими фізичними властивостями однорідні суміші відрізняються від їх компонентів. Так, сплав олова зі свинцем, який використовують для паяння, плавиться за нижчої температури, ніж чисті метали. Вода закипає за температури 100 °С, а водний розчин кухонної солі — за вищої температури. Якщо воду охолодити до температури 0 °С, вона почне перетворюватися на лід. Розчин солі за цих умов лишається рідиною. У цьому можна переконатися взимку, коли дороги і тротуари, вкриті льодом, посипають сіллю або сумішшю солі з піском. Лід під дією солі плавиться, й утворюється її водний розчин, який на слабкому морозі не замерзає. А пісок потрібен для того, щоб дорога не була слизькою.

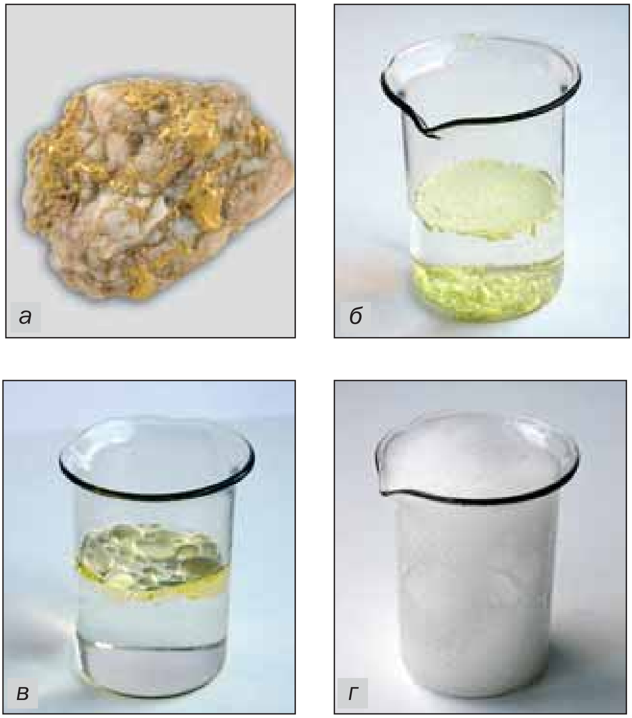
Неоднорідні суміші. Вам відомо, що крейда не розчиняється у воді. Якщо її порошок всипати у склянку з водою, то в утвореній суміші завжди перебуватимуть часточки крейди, які видно неозброєним оком.

Суміші, компоненти яких можна виявити спостереженням, називають *неоднорідними*.

До неоднорідних сумішей (мал. 34) належить більшість мінералів, ґрунт, будівельні матеріали, живі тканини, каламутна вода, молоко і чимало інших харчових продуктів, деякі лікарські й косметичні засоби.

▶ Наведіть свій приклад неоднорідної суміші.

Деякі суміші мають загальні назви. Неоднорідну суміш рідини і газу називають *піною*. Вона утворюється, наприклад, коли у склянку наливають із пляшки газований напій (компо-



Мал. 34. **Неоднорідні суміші:**
а **— мінерал із часточками золота;**
б **— суміш води і сірки;**
в **— суміш води та олії;**
г **— суміш газу з рідиною**

ненти піни — рідина і вуглекислий газ) або перемішують розчин прального засобу (компоненти піни — рідина і повітря). Добре струшену суміш двох рідин, які не розчиняються одна в одній, називають *емульсією*. Прикладом емульсії є молоко; його головні складові — вода і рідкі жири. Якщо перемішати рідину із нерозчинною в ній добре подрібненою твердою речовиною (наприклад, крейдою), то отримаємо *суспензію*. В атмосфері нерідко утворюються *аерозолі* — дим, туман.

► У яких агрегатних станах перебувають компоненти в аерозолях?

У неоднорідній суміші фізичні властивості компонентів зберігаються. Якщо цукор змішати з борошном або крохмалем, то ці суміші також матимуть солодкий смак. Залізні

ошурки, змішані з мідними або алюмінієвими, не втрачають здатності притягуватися до магніту. Вода в суміші з піском, крейдою або глиною замерзає за температури 0 °C і закипає за 100 °C.

ВИСНОВКИ

Кожна речовина містить домішки. Чистою вважають речовину, в якій кількість домішок незначна.

Суміші речовин бувають однорідними і неоднорідними. В однорідній суміші (розчині) окремі речовини, або компоненти, не можна виявити спостереженням, а в неоднорідній суміші це можливо.

Деякі фізичні властивості однорідної суміші відрізняються від властивостей її компонентів. У неоднорідній суміші властивості компонентів зберігаються.

?

40. Поясніть, чому абсолютно чистих речовин не буває.
41. Які типи сумішей речовин існують і чим вони різняться?
42. Запишіть наведені слова і словосполучення у відповідні стовпчики поданої нижче таблиці: алюміній, ртуть, йодна настоянка, граніт, лід із джерельної води, вуглекислий газ, залізобетон.

Чисті речовини	Суміші	
	однорідні	неоднорідні

43. Який популярний напій залежно від способу приготування буває однорідною або неоднорідною сумішшю?
44. Чи можна водний розчин кухонної солі перетворити на неоднорідну суміш? Якщо так, то як це зробити?
45. Наведіть 1—2 приклади металічних сплавів (однорідних сумішей металів). Які переваги мають ці сплави у використанні порівняно з чистими металами — їхніми компонентами?

8 Методи розділення сумішей

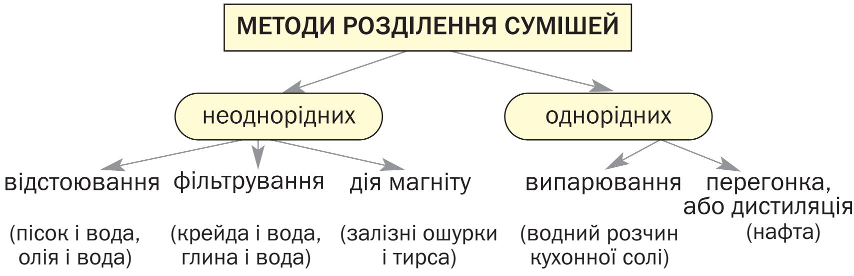
Матеріал параграфа допоможе вам:

- з’ясувати суть основних методів розділення сумішей речовин;
- обирати метод розділення суміші залежно від її типу, агрегатного стану і властивостей компонентів.

Часто виникає потреба виділити із суміші один компонент (наприклад, добуте вугілля відокремлюють від негорючих речовин) або очистити певну речовину від домішок. Іноді із суміші вилучають кожний компонент для його подальшого використання. На уроках природознавства ви дізналися про такі методи розділення сумішей, як відстоювання, випарювання, а також навчилися проводити фільтрування. Відомі й інші методи розділення сумішей. Обираючи метод, враховують тип суміші, агрегатні стани компонентів та їхні відмінності за фізичними властивостями (схема 3).

Схема 3

Методи розділення сумішей



Відстоюванням можна розділити неоднорідну суміш твердої речовини і рідини або аналогічну суміш двох рідин. Речовина, що

має більшу густину, поступово накопичується в нижній частині суміші. Наприклад, глина, змішана з водою, осідає на дно посудини, а деревна тирса спливає. Струшена суміш води і бензину за короткий час розділяється на два шари. У верхньому шарі виявляємо легшу рідину — бензин, а в нижньому — воду.

Неоднорідні суміші, в яких тверді часточки надто повільно осідають у рідині, розділяють центрифугуванням. Основою лабораторної центрифуги (мал. 35) є ротор, у якому закріплюють спеціальні пробірки з неоднорідною сумішшю твердої та рідкої речовин. Під час обертання ротора в пробірках відбувається осадження твердої речовини (вона має більшу густину), а над нею залишається прозора рідина.

Центрифуга є у пральній машині. Білизна відокремлюється в ній від рідини, яка витікає через невеликі отвори у стінках центрифуги в нижню частину машини.



Мал. 35. Лабораторна центрифуга

Неоднорідну суміш твердої речовини і рідини або твердої речовини і газу можна розділити *фільтруванням* (с. 26). Із цією метою суміш пропускають через фільтр — спеціальний папір або тканину, вату, пісок. Часточки твердої речовини затримуються фільтром, а рідина чи газ проходить крізь його пори, проміжки між волокнами або часточками.

Процес фільтрування покладено в основу роботи респіратора — пристрою, який використовують люди, що працюють у запиленому просторі. Він містить фільтри, які перешкоджають потраплянню пилу в легені (мал. 36). Найпростіший респіратор — пов'язка з кількох шарів марлі. Фільтр, який вилучає пил із повітря, є також у пилососі.



Мал. 36. Робітник у респіраторі

За допомогою магніту з промислових і побутових відходів вилучають залізо. У такий спосіб збагачують залізну руду — магнетит. Завдяки здатності часточок цієї руди притягуватися до магніту її відокремлюють від піску, глини, ґрунту.

Для виділення твердої речовини із суміші з леткою рідиною[1] використовують *випарювання* (с. 27). Суміш поміщають у відкриту посудину і нагрівають. Рідина поступово перетворюється на пару, а в посудині залишається тверда речовина.

Перегонка, або *дистиляція*[2] — метод розділення сумішей (переважно однорідних) рідин,

---

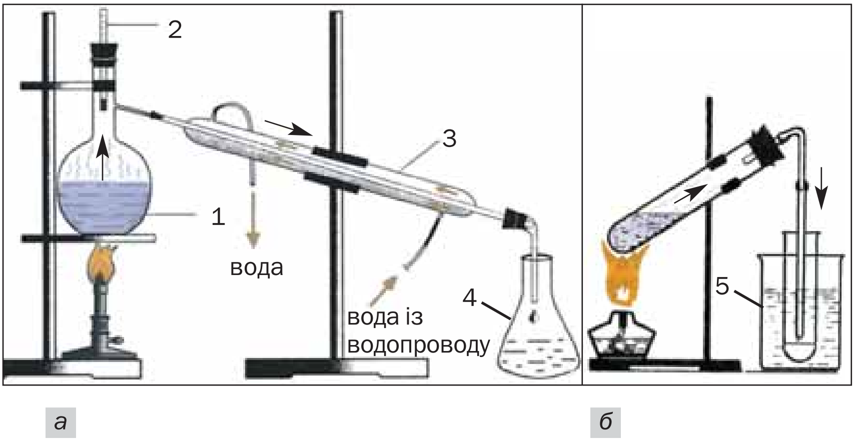
[1] Рідину називають леткою, якщо вона має невисоку температуру кипіння. Серед таких рідин — медичний ефір (температура кипіння за тиску 760 мм рт. ст. +34,6 °C), ацетон (+56,5 °C), етиловий спирт (+78,3 °C), вода (+100 °C).

[2] Термін походить від латинського слова distillatio — стікання краплинами.

а також очищення рідини від розчинених у ній речовин. На заводах перегонкою нафти, що є сумішшю багатьох речовин, добувають бензин, гас, дизельне пальне.

У лабораторії перегонку здійснюють так, як зображено на мал. 37. При нагріванні суміші рідин спочатку закипає речовина, яка має найнижчу температуру кипіння. Її пара виходить із посудини, охолоджується, конденсується[1], а утворена рідина стікає в приймач. Коли цієї речовини не залишиться в суміші, температура почне підвищуватись, і згодом закипає інший компонент. У цей момент приймач замінюють на інший. Нелеткі рідини залишаються в посудині.

Мал. 37. **Лабораторна установка для перегонки:** ***а*** **— звичайна;** ***б*** **— спрощена**



1 — суміш рідин із різними температурами кипіння; 2 — термометр; 3 — водяний холодильник; 4 — приймач; 5 — вода з льодом

Перегонкою очищують водопровідну воду від домішок. Отриману чисту воду називають *дистильованою*. Її використовують у науково-дослідних лабораторіях, у виробництві речовин для новітньої техніки, у фармакології для приготування ліків тощо.

[1] Термін походить від латинського слова condensatio — згущення, ущільнення.

Розділення різних сумішей відбувається і в природі. Із повітря на земну поверхню осідають часточки пилу, а під час дощу і снігу — потрапляють краплі води, сніжинки. Каламутна вода при відстоюванні стає прозорою. Вона також очищується від нерозчинних речовин, проходячи крізь пісок. Після випаровування води на берегах лиманів залишаються солі, які були розчинені в ній. Із води, що витікає зі свердловини, виділяються розчинені гази.

Іноді мимовільне розділення сумішей є небажаним. Це стосується деяких харчових продуктів (майонез, соуси, креми), косметичних засобів. Щоб запобігти «руйнуванню» таких сумішей, до них додають спеціальні речовини — стабілізатори, емульгатори. Ці добавки обов'язково мають бути безпечними для організму людини.

ВИСНОВКИ

Існують різні методи розділення сумішей на окремі речовини (компоненти). Їх обирають з огляду на тип суміші, агрегатні стани і фізичні властивості компонентів.

Неоднорідні суміші розділяють відстоюванням, фільтруванням, іноді — за допомогою магніту, а однорідні — випарюванням, перегонкою (дистиляцією).

?

46. Знайдіть відповідність, врахувавши можливість застосування кількох методів розділення певної суміші.

Тип суміші	*Метод розділення суміші*
1) неоднорідна суміш двох рідин;	а) відстоювання;
2) однорідна суміш двох рідин;	б) фільтрування;

3) неоднорідна суміш рідини і твердої речовини; — в) перегонка.

4) однорідна суміш рідини і твердої речовини;

47. Які суміші можна розділити фільтруванням:
    а) суміш піску і глини;
    б) суміш спирту і мідних ошурків;
    в) суміш води і бензину;
    г) суміш води з кусочками пластмаси?

    Назвіть речовини, що залишаться на фільтрі.

48. Який метод — фільтрування чи відстоювання — дає змогу розділити неоднорідну суміш рідкої та твердої речовин із мінімальними втратами компонентів?
49. Яку суміш доводилося розділяти вам або вашим батькам у домашніх умовах? Який метод було використано для цього?
50. Як би ви розділили суміш: а) кухонної солі та крейди; б) спирту і води? Які відмінності у властивостях речовин дають змогу використати обраний вами метод?
51. За матеріалами з інтернету підготуйте стисле повідомлення про те, як у промисловості розділяють повітря на його головні компоненти — азот і кисень.

ДОМАШНІЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

Очищення води від накипу фільтруванням

Як відомо, у природній воді під час кип'ятіння з'являється невелика кількість твердих часточок, які осідають на дно посудини, а іноді й вкривають її стінки. Це — так званий накип. Він утворюється із розчинених у воді речовин. Накип не завдає шкоди здоров'ю, але його часточки, наприклад, у склянці чаю роблять напій непривабливим.

Ви можете очистити воду від накипу за допомогою фільтрування. Візьміть господарську лійку, помістіть в її отвір змочений водою жмуток вати[1] (він слугуватиме фільтром) і легко натисніть на нього. Вставте лійку в чисту скляну або пластмасову ємність. Наливайте у лійку порціями прокип'ячену охолоджену воду, яка містить накип. Прозора рідина стікатиме в посудину, а накип залишиться на ваті.

Очистити воду від накипу можна й відстоюванням.

[1] Замість вати можна використати марлю, склавши її в кілька шарів.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2
Розділення неоднорідної суміші

Перед виконанням практичної роботи уважно прочитайте правила роботи і безпеки в хімічному кабінеті (с. 17, 28). Ви маєте чітко їх дотримуватися.

Пригадайте, як слід поводитися зі спиртівкою, сухим пальним, як нагрівати скляний і порцеляновий лабораторний посуд. У разі потреби прочитайте відповідний текст у параграфах 3 і 4.

Будьте обережними з вогнем.

Видана вам суміш містить такі компоненти:
варіант 1 — деревні ошурки, пісок і кухонну сіль;
варіант 2 — ошурки парафіну, дрібні кусочки мідного дроту і кальциновану соду.

У вашому розпорядженні — дві хімічні склянки, промивалка з водою, скляна паличка, лійка, шпатель або пластмасова ложечка, фільтрувальний папір, порцелянова чашка, пробіркотримач, спиртівка чи сухе пальне, лабораторний штатив, керамічна або пластмасова підставка.

Розділіть суміш на компоненти. Візьміть до уваги, що в кожній суміші є розчинна у воді речовина, а також те, що один із нерозчинних компонентів легший за воду, а другий — важчий.

План виконання роботи

ЕТАП 1
Змішування суміші з водою

У невелику склянку помістіть порцію суміші (2—3 г) і налийте 20—30 мл води. За допомогою скляної палички перемішуйте вміст склянки протягом 1—2 хв.

Що спостерігаєте після припинення перемішування? Який компонент суміші розчинився? Де накопичився кожний із нерозчинних компонентів?

ЕТАП 2
Виділення нерозчинних компонентів суміші

Речовину, яка спливла на поверхню рідини, можна вилучити двома способами — зібравши її шпателем (пластмасовою ложечкою) або фільтруванням.

Проведіть фільтрування, як описано в § 4. Наливайте рідину по скляній паличці у фільтр повільно, щоб у нього не потрапив той компонент суміші, який знаходиться на дні склянки.

Після фільтрування долийте у склянку трохи води, перемішайте суміш, дочекайтесь осідання твердої речовини і профільтруйте рідину через щойно використаний фільтр. Таким чином вдається зменшити втрати розчинного компонента, частина розчину якого залишалася разом із кожним нерозчинним компонентом.

Обережно вийміть фільтр із ошурками деревини чи парафіну і покладіть його на керамічну або пластмасову підставку. Із отриманою прозорою рідиною (фільтратом) працюватимете на етапі 3.

До другого нерозчинного компонента суміші, який залишився на дні склянки, додайте трохи води, перемішайте суміш, дайте їй відстоятися, злийте воду і перенесіть шпателем (ложечкою) тверду речовину зі склянки на аркуш фільтрувального паперу. Можна також змити цю речовину водою на новий фільтр, використавши промивалку.

ЕТАП 3
Виділення розчинного компонента суміші

Розчинний компонент виділіть випарюванням його розчину, добутого на етапі 2. Для цього фільтрат пере-

лийте зі склянки в порцелянову чашку, поставте її на кільце штатива (с. 28, мал. 21), запаліть спиртівку і обережно нагрівайте до повного випаровування води. (Щоб переконатися, що у фільтраті міститься розчинна речовина, потрібно випарити кілька крапель рідини на предметному склі.)

Під час виконання кожного етапу експерименту записуйте в таблицю метод розділення суміші, свої дії та спостереження, а після його завершення — висновки:

Номер і назва етапу	Метод розділення суміші	Послідовність дій	Спостереження	Висновки
1. Змішування суміші з водою	Відстоювання	До порції суміші доливаю воду…		
2. …				
3. …				

?

52. Чи можна добути кожний компонент виданої вам суміші без його втрат? Відповідь обґрунтуйте.
53. Учень випарював рідину, нагріваючи її. Через якийсь час у посудині нічого не залишилося. Учень вирішив, що рідина була чистою речовиною. Якщо ви з ним не згодні, вкажіть, які домішки могли бути у вихідній речовині.
54. Тверда речовина повністю розчинилася у воді. Чи можна вважати цю речовину чистою? Відповідь поясніть.
55. Брусок парафіну забруднений піском. Як би ви очистили парафін від цієї домішки? Які властивості речовин дають змогу здійснити такий експеримент?

9 Атоми. Хімічні елементи

Матеріал параграфа допоможе вам:

- з'ясувати склад атомів;
- зрозуміти, що таке хімічний елемент;
- засвоїти назви і символи хімічних елементів;
- використовувати періодичну систему як джерело відомостей про хімічні елементи.

Атоми. Гіпотезу про те, що всі речовини складаються з невидимих і неподільних частинок — атомів, висунули ще давньогрецькі філософи. Наявність запаху деяких речовин вони пояснювали рухом атомів і дією на органи чуття, а процес розчинення — проникненням атомів однієї речовини між атомами іншої речовини.

Довести існування атомів вдалося лише в XIX ст. за допомогою складних фізичних експериментів. Водночас було з'ясовано, що атом не є суцільною, монолітною частинкою. Він складається з ядра і електронів. Одну з перших моделей атома — планетарну — було запропоновано в 1911 р. Згідно з нею ядро займає незначну частину об'єму атома, а електрони рухаються навколо ядра (с. 38, мал. 29), як планети навколо Сонця.

Цікаво знати
Якщо атом збільшити до розмірів стадіону, то ядро виглядатиме, як вишнева кісточка.

Електрон значно легший за атомне ядро. Він має негативний заряд, що є найменшим серед існуючих у природі. Тому величину заряду електрона фізики обрали за одиницю вимірювання зарядів найдрібніших частинок (крім електронів існують ще й інші заряджені частинки). Отже, заряд електрона дорівнює –1. Цю частинку позначають так: e^-.

Ядро атома заряджене позитивно. Заряд ядра і сумарний заряд усіх електронів атома однакові за величиною, але протилежні за

знаком. Тому *атом є електронейтральним*. Якщо заряд ядра атома становить +1, то такий атом містить один електрон, якщо +2, — два електрони і т. д.

Йони. *Деякі атоми за певних умов можуть втрачати один або кілька своїх електронів. У цьому разі атом перетворюється на позитивно заряджену частинку. Інші атоми здатні приєднувати додаткові електрони й перетворюватися на частинки з негативним зарядом. Такі заряджені частинки називають йонами. Якщо атом втрачає один електрон, то утворюється йон із зарядом +1, а якщо приєднує два електрони, то заряд йона становить –2. Із протилежно заряджених йонів складається значна кількість речовин, зокрема кухонна сіль.*

Хімічні елементи. Атоми розрізняють за величиною заряду їхніх ядер.

Вид атомів із певним зарядом ядра називають *хімічним елементом*.

Атоми із зарядом ядра +1 належать одному хімічному елементу, із зарядом +2 — іншому елементу і т. д.

Поняття «хімічний елемент» застосовують для класифікації атомів. Із подібною метою, наприклад, запроваджено сорти фруктів, овочів, квітів тощо. Слід пам'ятати: хімічний елемент — не частинка і не речовина (так само сорт яблук — це не яблуко). Він не має агрегатного стану, густини, температур плавлення і кипіння, інших фізичних властивостей.

Нині відомо 115 хімічних елементів. Заряди ядер їхніх атомів становлять від +1 до +112, а також +114, +116 і +118.

Майже 90 елементів існують у природі, а решта (як правило, з найбільшими зарядами атомних ядер) — штучні елементи. Їхні атоми добувають учені на унікальному обладнанні.

Ядра таких атомів є нестійкими й розпадаються.

Інформацію про поширеність хімічних елементів у довкіллі, рослинах, організмі людини ви знайдете після параграфа в тексті під заголовком «Для допитливих».

Назви хімічних елементів. Кожний елемент має назву. Сучасні українські назви майже всіх хімічних елементів походять від латинських назв (табл. 1). Їх пишуть з великої літери. Назви елементів використовують і для відповідних атомів.

Таблиця 1

Назви і символи деяких хімічних елементів

Заряд ядра атома	**Назва елемента**		**Символ елемента**	**Вимова символа**
	українська	**латинська**		
+1	Гідроген	***H***ydrogenium	H	Аш
+6	Карбон	***C***arboneum	C	Це
+7	Нітроген	***N***itrogenium	N	Ен
+8	Оксиген	***O***xygenium	O	О
+9	Флуор	***F***luorum	F	Фтор
+14	Силіцій	***Si***licium	Si	Силіціум
+15	Фосфор	***P***hosphorus	P	Пе
+16	Сульфур	***S***ulfur	S	Ес
+80	Меркурій	***H***ydrar***g***yrum	Hg	Гідраргірум

Назви хімічних елементів мають різне походження. Одні пов'язані з властивостями (кольором, запахом) або назвами речовин, інші — з назвами планет, країн тощо. Декілька елементів названо на честь видатних учених. Серед цих елементів — Менделевій, Ейнштейній, Коперніцій. Походження деяких назв невідоме, оскільки вони виникли дуже давно.

Цікаво знати
До 1994 р. 18 елементів мали інші українські назви. Їх можна знайти у виданих раніше підручниках з хімії.

▶ Яка ваша думка щодо походження назв таких елементів: Скандій, Нептуній, Прометій, Нобелій?

Цікаво знати
Символи хімічних елементів у всіх країнах одні й ті самі.

Символи хімічних елементів. Крім назви, кожний елемент має ще й скорочене позначення — символ, або знак. У наш час використовують символи елементів, запропоновані майже 200 років тому відомим шведським хіміком Й.-Я. Берцеліусом. Вони складаються з однієї латинської літери (першої в латинських назвах елементів) або двох[1]. У таблиці 1 такі літери в назвах елементів виділено курсивом.

Вимова символів майже всіх елементів збігається з їхніми назвами. Наприклад, символ елемента Йоду I читається «йод», а не «і», а елемента Феруму Fe — «ферум», а не «фе». Усі винятки зібрано в таблиці 1.

У деяких випадках використовують загальне позначення хімічного елемента — ***E***.

Символи і назви хімічних елементів містяться в періодичній системі.

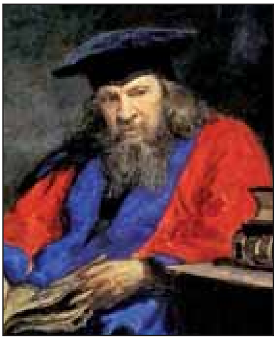
Періодична система хімічних елементів. У 1869 р. російський хімік Д. І. Менделєєв запропонував таблицю, в якій розмістив відомі на той час 63 елементи. Її було названо періодичною системою хімічних елементів. У нашому підручнику надруковано два варіанти періодичної системи — короткий (форзац I) і довгий (форзац II).

Періодична система складається із горизонтальних рядків, які називають *періодами*, і вертикальних стовпчиків — *груп*. Перетинаючись, вони утворюють клітинки, де міститься найважливіша інформація про хімічні елементи. Номери періодів указано арабськими цифрами, а номери груп — римськими цифрами.

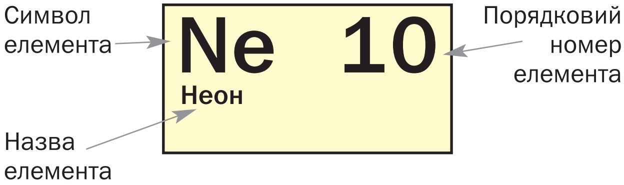
Кожну клітинку пронумеровано. У ній міститься символ хімічного елемента, а під ним — назва (мал. 38).

[1] Символ одного з елементів, відкритих останніми роками, складається з трьох літер.

Дмитро Іванович Менделєєв (1834—1907)



Видатний російський учений-хімік, член і почесний член академій наук багатьох країн. У 1869 р. відкрив періодичний закон — фундаментальний закон хімії. На його основі виклав хімію в підручнику «Основи хімії», який багато разів перевидавали в Росії та інших країнах. Здійснив численні дослідження розчинів і розробив теорію їх будови (1865—1887). Вивів загальне рівняння газового стану (1874). Запропонував теорію походження нафти, розробив технологію виготовлення бездимного пороху, зробив вагомий внесок у розвиток метрології — науки про вимірювання.



Мал. 38. **Клітинка періодичної системи**

Номер клітинки є *порядковим (атомним) номером* розміщеного в ній елемента. Його загальне позначення — Z. Вислів «порядковий номер елемента Неону — 10» скорочено записують так: $Z(\mathrm{Ne}) = 10$. Порядковий номер елемента збігається з величиною заряду ядра його атома і кількістю електронів у ньому. *У періодичній системі всі елементи розміщені за зростанням заряду ядер атомів.*

Отже, із періодичної системи можна отримати такі відомості про хімічний елемент:

- символ;
- назва;
- порядковий номер;
- заряд ядра атома;
- кількість електронів в атомі;
- номер періоду, в якому перебуває елемент;
- номер групи, в якій він міститься.

▶ Знайдіть у періодичній системі елемент із порядковим номером 5 і випишіть у зошит відомості про нього.

Періодична система хімічних елементів у великому форматі є в шкільному хімічному кабінеті. Її можна побачити в наукових лабораторіях, а також аудиторіях, де студенти слухають лекції з хімії. Періодичну систему використовують під час виконання вправ, розв'язування задач.

ВИСНОВКИ

Атом — електронейтральна частинка, яка складається із позитивно зарядженого ядра і негативно заряджених електронів.

Вид атомів із певним зарядом ядра називають хімічним елементом. Кожний елемент має назву і символ.

Нині відомо 115 хімічних елементів. Майже 90 елементів існують у природі.

Найважливіші відомості про хімічні елементи містяться в періодичній системі.

?

56. Охарактеризуйте будову і склад атома.
57. Що таке хімічний елемент? Чому його не можна ототожнювати з атомом або речовиною?
58. Чим різняться короткий і довгий варіанти періодичної системи? Скільки періодів і груп у кожному варіанті?
59. Знайдіть у періодичній системі і прочитайте такі символи хімічних елементів: Li, H, Al, O, C, Na, S, Cu, Ag, N, Au. Назвіть ці елементи.
60. Який символ має Ферум — F, Fr, Fe чи Fm; Силіцій — C, Cl, S, Si чи Sc; Карбон — K, C, Co, Ca, Cr чи Kr?
61. Випишіть із періодичної системи символи всіх елементів, які починаються з літери А. Скільки існує таких елементів?
62. За матеріалами з інтернету підготуйте коротке повідомлення про походження назв Гідрогену, Гелію або будь-якого іншого елемента.

63. Заповніть пропуски: а) $Z(...) = 8$, $Z(...) = 12$; б) $Z(\text{C}) = ...$, $Z(\text{Na}) = ...$.

64. Заповніть таблицю:

Елемент		Розміщення в періодичній системі		Характеристика атома	
символ	назва	№ періоду	№ групи	заряд ядра	кількість електронів
He					
	Кальцій				
				+30	

ДЛЯ ДОПИТЛИВИХ

Поширеність хімічних елементів

Деякі елементи трапляються в природі «на кожному кроці», інші — дуже рідко. Розподіл елементів на нашій планеті вивчає наука геохімія. Значний внесок у її розвиток зробив видатний учений В. І. Вернадський.

Поширеність кожного елемента в повітрі, воді, ґрунті оцінюють, порівнюючи кількість його атомів із кількістю атомів інших елементів.

Атмосфера Землі майже повністю складається із двох газів — азоту і кисню. Молекул азоту 

в повітрі вчетверо більше, ніж молекул кисню 

. Отже, перше місце за поширеністю в атмосфері посідає елемент Нітроген, а друге — Оксиген.

Гідросфера — це річки, озера, моря, океани, в яких розчинені невеликі кількості твердих речовин і газів. Зваживши на склад молекули води 

, легко дійти висновку, що в гідросфері найбільше атомів Гідрогену.

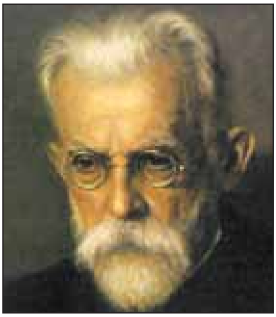
Літосфера, або земна кора, — твердий поверхневий шар Землі. У ньому міститься багато елементів. Найпоширенішими є Оксиген (58 % усіх атомів), Силіцій (19,6 %) і Алюміній (6,4 %).

У Всесвіті існують ті самі елементи, що й на нашій планеті. Перше і друге місця за поширеністю в ньому посідають Гідроген (майже 90 % усіх атомів) і Гелій — елементи, що мають найпростіші за складом атоми.

Найпоширеніші елементи

в атмосфері — **N, O**
в гідросфері — **H, O**
у літосфері — **O, Si**
у Всесвіті — **H, He**

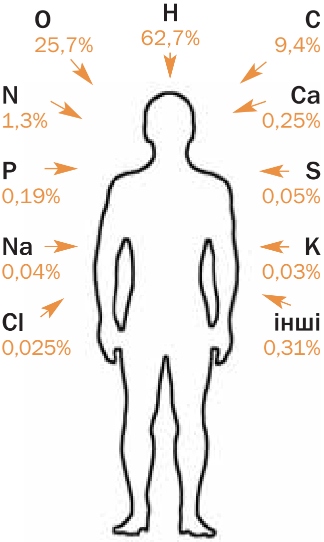
Володимир Іванович Вернадський (1863—1945)



Російський і український учений-природодослідник, академік, перший президент Академії наук України (1919). Один із основоположників геохімії. Висунув теорію походження мінералів. Розвинув уявлення про роль живих організмів у геохімічних процесах. Досліджував хімічний склад літосфери, гідросфери, атмосфери. Організатор кількох науково-дослідних установ. Засновник школи вчених-геохіміків.

Підраховано, що в середньому 80 % від маси всіх рослин припадає на воду. В організмах тварин і людини ця речовина також переважає. Отже, найпоширенішим елементом у живій природі, як і в гідросфері, є Гідроген.

Організм людини потребує понад 20 хімічних елементів. Їх називають біоелементами (мал. 39). Вони містяться в повітрі, воді, а також у багатьох речовинах, які потрапляють до організму разом із їжею. Карбон, Оксиген, Гідроген, Нітроген, Сульфур є у білках, інших речовинах, з яких складається наш



Мал. 39. **Хімічні елементи у організмі дорослої людини (у відсотках від загальної кількості атомів)**

організм. Калій і Натрій містяться в крові, клітинних рідинах. Оксиген, Фосфор і Кальцій потрібні для формування кісток. Важливими для людини елементами є також Ферум, Флуор, Йод. Нестача Феруму в організмі призводить до недокрів'я, Флуору — спричиняє карієс, а Йоду — викликає уповільнення розумового розвитку дитини.

Рослинам необхідно трохи менше елементів. Найважливіші серед них — Карбон, Оксиген, Гідроген, Нітроген, Фосфор, Калій, Магній, Сульфур. Вони надходять до рослин із повітря і ґрунту з вуглекислим газом, водою і розчиненими в ній речовинами.

10 Маса атома. Відносна атомна маса

Матеріал параграфа допоможе вам:

- з'ясувати відмінність між масою атома і відносною атомною масою;
- порівнювати маси атомів.

Маса атома. Важливою характеристикою атома є його маса. Майже вся маса атома зосереджена в ядрі. Електрони мають настільки малу масу, що нею зазвичай нехтують.

Зважувати атоми на терезах неможливо, оскільки вони є дуже дрібними частинками. Їх маси було визначено за допомогою розрахунків.

Маса атома Урану — найважчого серед усіх атомів, які трапляються на Землі, становить приблизно

$$0{,}000\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,4 \text{ г.}$$

Записувати і читати це число непросто; можна помилитися, пропустивши нуль або додавши зайвий. Існує інший спосіб його

Цікаво знати
Маса електрона становить приблизно $9 \cdot 10^{-28}$ г.

запису — у вигляді добутку: $4 \cdot 10^{-22}$ (22 — кількість цифр після коми)[1].

Точне значення маси атома Урану становить $3{,}952 \cdot 10^{-22}$ г, а атома Гідрогену, найлегшого серед усіх атомів, — $1{,}673 \cdot 10^{-24}$ г.

Оперувати такими числами незручно. Тому замість «звичайних», абсолютних мас атомів використовують відносні маси.

Відносна атомна маса. Щоб скласти уявлення про масу будь-якого атома, її порівнюють із масою іншого атома. Раніше для порівняння брали найлегший атом — атом Гідрогену. Нині маси атомів зіставляють із 1/12 маси атома Карбону (він майже в 12 разів важчий за атом Гідрогену). Цю маленьку масу названо *атомною одиницею маси* (скорочено — а. о. м.):

$$1 \text{ а. о. м.} = \frac{1}{12} m_a(\text{C}) = \frac{1}{12} \cdot 1{,}994 \cdot 10^{-23} \text{ г} = 1{,}662 \cdot 10^{-24} \text{ г}.$$

Маса атома Гідрогену, яку вказано вище, майже збігається з атомною одиницею маси, а маса атома Урану більша за неї в 238 разів:

$$\frac{3{,}952 \cdot 10^{-22} \text{ г}}{1{,}662 \cdot 10^{-24} \text{ г}} \approx 238.$$

Число, яке отримують діленням маси атома елемента на 1/12 маси атома Карбону, називають *відносною атомною масою елемента*. Цю величину позначають $\boldsymbol{A_r(E)}$:

$$A_r(E) = \frac{m_a(E)}{\frac{1}{12} m_a(\text{C})}.$$

Індексом біля літери A є перша літера в латинському слові relativus — відносний.

Відносна атомна маса показує, у скільки разів маса атома більша за 1/12 маси атома Карбону.

Відносна атомна маса не має розмірності.

[1] Записи таких чисел докладно розглядатимуться на уроках алгебри.

Джон Дальтон (1766—1844)



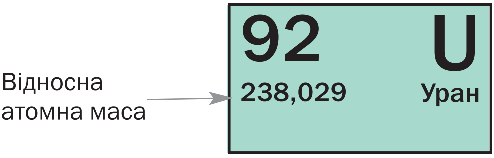
Видатний англійський фізик і хімік. Член Лондонського королівського товариства (Англійської академії наук). Першим висловив гіпотезу про різні маси і розміри атомів, визначив відносні атомні маси багатьох елементів і склав таблицю їх значень (1803). Запропонував символи елементів і позначення хімічних сполук. Вивчив склад і властивості повітря, відкрив закони тисків газів у їхніх сумішах (1801), теплового розширення газів (1802), розчинності газів у рідинах (1803).

Першу таблицю відносних атомних мас склав на початку XIX ст. англійський учений Дж. Дальтон.

На підставі викладеного матеріалу можна дійти таких висновків:

- *відносні атомні маси пропорційні масам атомів;*
- *співвідношення мас атомів такі самі, що й відносних атомних мас.*

Значення відносних атомних мас хімічних елементів записані в клітинках періодичної системи. Їх визначено з дуже високою точністю; відповідні числа здебільшого п'яти- або шестизначні (мал. 40).



Мал. 40. Клітинка елемента Урану

Для проведення хімічних розрахунків значення відносних атомних мас будемо округлювати до цілих чисел. Так, для Гідрогену і Урану

$$A_r(H) = 1{,}0079 \approx 1;$$
$$A_r(U) = 238{,}029 \approx 238.$$

Значення відносної атомної маси Хлору прийнято округлювати до десятих:

$$A_r(\text{Cl}) = 35{,}453 \approx 35{,}5.$$

▶ Знайдіть у періодичній системі значення відносних атомних мас Літію, Карбону, Неону й округліть їх до цілих чисел.

▶ У скільки разів маси атомів Карбону, Оксигену, Неону і Магнію більші за масу атома Гелію? Для обчислень використайте округлені значення відносних атомних мас.

Зверніть увагу: *майже всі хімічні елементи розміщені в періодичній системі за зростанням атомних мас.*

ВИСНОВКИ

Атоми мають надзвичайно малу масу.

Для порівняння їхніх мас та різних обчислень використовують відносні маси атомів.

Відносна атомна маса є відношенням маси атома до 1/12 маси атома Карбону.

Значення відносних атомних мас хімічних елементів містяться в періодичній системі.

?

65. У чому відмінність між поняттями «маса атома» і «відносна атомна маса»?
66. Що таке атомна одиниця маси?
67. Що означають записи A_r і Ar?
68. Який атом легший — Берилію чи Алюмінію? У скільки разів?
69. Що має більшу масу: атом Флуору чи два атоми Літію; два атоми Магнію чи три атоми Сульфуру?
70. Знайдіть у періодичній системі три-чотири пари елементів, відношення мас атомів яких становить: а) 1 : 2; б) 1 : 3.

71. Речовина містить однакові маси атомів Сульфуру та Оксигену. Атомів якого елемента в речовині більше й у скільки разів?
72. Обчисліть відносну атомну масу Гелію, якщо маса атома цього елемента становить $6{,}647 \cdot 10^{-24}$ г.

11 Прості речовини. Метали і неметали

Матеріал параграфа допоможе вам:

- вирізняти серед усіх речовин прості речовини;
- розпізнавати метали і неметали;
- зрозуміти, чому метали схожі за властивостями;
- визначати металічні й неметалічні елементи за їх розміщенням у періодичній системі.

Прості речовини. Атоми здатні сполучатися з такими самими або іншими атомами. Це зумовлює велике розмаїття у світі речовин.

Речовину, утворену одним хімічним елементом, називають *простою речовиною*.

Прості речовини поділяють на *метали* і *неметали*. Таку класифікацію простих речовин запропонував наприкінці XVIII ст. видатний французький учений А.-Л. Лавуазьє.

Метали. Кожен із вас, не вагаючись, назве декілька металів. Вони відрізняються від решти речовин особливим «металічним» блиском (мал. 41). Ці речовини мають багато інших спільних властивостей. Метали за звичайних умов тверді (лише ртуть є рідиною), добре проводять електричний струм і теплоту, мають здебільшого досить високі температури плавлення (понад 500 °С). Вони пластичні; їх можна кувати, витягувати з них дріт.

Цікаво знати
До нової ери людям були відомі прості речовини 11 елементів — Au, Ag, Cu, Hg, Pb, Fe, Sn, S, C, Zn і Sb.

Завдяки своїм властивостям метали впевнено увійшли в життя людей. Про їх важливе



Мал. 41.
Метали

значення свідчать назви історичних епох: мідний вік, бронзовий[1] вік, залізний вік.

Подібність металів зумовлена їхньою внутрішньою будовою. Атоми розміщені в металі дуже щільно, і частина електронів постійно переходить від одних атомів до інших. Завдяки цим електронам метали проводять електричний струм, здатні швидко нагріватися й охолоджуватися.

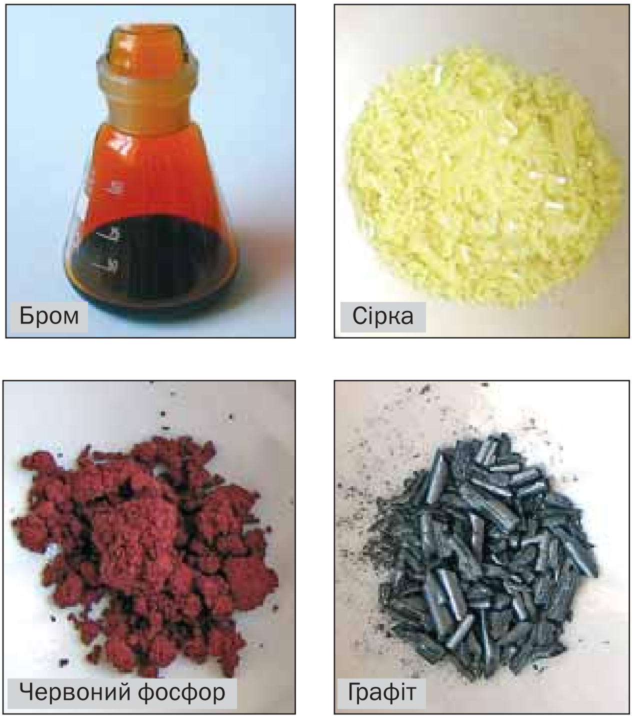
Неметали. Простих речовин цього типу значно менше. До неметалів належать азот, кисень, графіт, алмаз, сірка, йод та ін. (мал. 42).

Неметали відрізняються від металів передусім відсутністю металічного блиску. Лише графіт, йод, кристалічні бор і силіцій мають такий блиск. Неметали не проводять електричного струму (виняток — графіт). За звичайних умов частина неметалів перебуває в газоподібному стані (жодного металу-газу не існує), інші є твердими речовинами і тільки бром — рідиною.

Між собою неметали істотно різняться.

Частина неметалів складається з атомів. В алмазі, графіті, борі, силіції, червоному фосфорі всі атоми сполучені один з одним, а в інертних газах — гелії, неоні, аргоні, криптоні, ксеноні й радоні — вони роз'єднані.

[1] Бронза — сплав міді з оловом.



Мал. 42.
Неметали

Інші неметали утворені молекулами. Атоми в кожній молекулі міцно сполучені між собою, а молекули лише слабко притягуються одна до одної. Тому речовини молекулярної будови мають невисокі температури плавлення і кипіння.

Із молекул складаються прості речовини Оксигену — кисень і озон. Молекула кисню містить два атоми, а молекула озону — три (мал. 43).

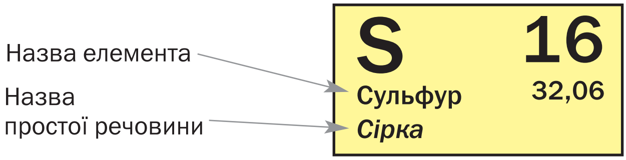


Мал. 43.
Моделі молекул:
***а* — кисню;**
***б* — озону**

Не лише Оксиген, а й чимало інших елементів утворюють по дві чи навіть більше простих

речовин. Тому *простих речовин існує більше, ніж хімічних елементів*.

Назви простих речовин. Більшість простих речовин називають так, як і відповідні хімічні елементи. Якщо назви різні, їх наведено у клітинках періодичної системи; назва простої речовини розміщена під назвою елемента (мал. 44).



Мал. 44. Клітинка періодичної системи

▶ Назвіть прості речовини елементів Літію, Гідрогену, Магнію, Нітрогену.

Назви простих речовин всередині речення записують з малої літери; вони не є власними назвами. Приклад такого речення: «Неметал бор складається з атомів елемента Бору».

Металічні та неметалічні елементи. Хімічні елементи, від яких походять метали, називають *металічними*, а ті, які утворюють неметали, — *неметалічними*. У довгому варіанті періодичної системи (форзац II) вони розмежовані діагональною ламаною лінією. Металічні елементи розміщені ліворуч від неї; їх значно більше, ніж неметалічних елементів.

> ***Елементи Германій, Стибій, Полоній утворюють прості речовини, які за деякими властивостями нагадують метали, а за іншими — неметали.***

ВИСНОВКИ

Кожна проста речовина утворена одним елементом.

Прості речовини поділяють на метали і неметали, а хімічні елементи — на металічні та неметалічні елементи.

Метали мають подібну внутрішню будову і тому виявляють чимало спільних властивостей.

Неметали складаються з атомів або молекул і за властивостями відрізняються від металів, а нерідко й один від одного.

?

73. Яку речовину називають простою? Назвіть кілька таких речовин.
74. Які типи простих речовин існують? Як називають відповідні елементи?
75. Укажіть правильне закінчення речення «Кожна проста речовина утворена ...»
    а) однаковими молекулами;
    б) одним хімічним елементом;
    в) одним металічним елементом;
    г) одним неметалічним елементом.
76. За якими фізичними властивостями метал можна відрізнити від неметалу?
77. Заповніть пропуски, вставивши у відповідних відмінках слова «Нітроген» або «азот», і поясніть ваш вибір:
    а) *... — газ, якого в повітрі міститься найбільше;*
    б) *молекула ... складається з двох атомів ... ;*
    в) *сполуки ... потрапляють у рослини із ґрунту;*
    г) *... погано розчиняється у воді.*
78. Заповніть пропуски, вставивши слова «елемент», «атом» чи «молекула» у відповідному відмінку та числі:
    а) *... білого фосфору містить чотири ... Фосфору;*
    б) *золото — проста речовина ... Ауруму.*
79. Які елементи утворюють такі прості речовини: фтор, золото, цинк, фосфор, ртуть?
80. Назвіть прості речовини елементів Pb, Ca, He, Ag, B.
81. Яку помилку допущено у вислові «У яблуках є залізо»? Змініть цей вислів, правильно дібравши хімічну назву.
82. Знайдіть відповідність, скориставшись довгим варіантом періодичної системи:

Елемент	*Тип елемента*
1) Арсен;	а) металічний елемент;
2) Вольфрам;	б) неметалічний елемент.
3) Стронцій;	
4) Ксенон;	
5) Уран;	

12 Складні речовини

Матеріал параграфа допоможе вам:

- вирізняти серед усіх речовин складні речовини;
- розрізняти органічні й неорганічні речовини.

Складні речовини. Сполучення атомів різних хімічних елементів породжує надзвичайно велику кількість відповідних речовин, у десятки тисяч разів більшу, ніж простих речовин.

Речовину, утворену двома або більшою кількістю елементів, називають *складною речовиною*, або *хімічною сполукою*[1].

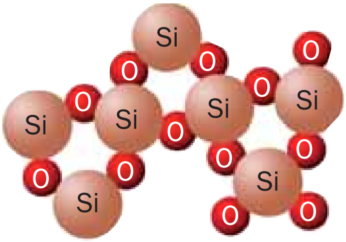
Більшість складних речовин мають молекулярну будову. Тому температури їх плавлення і кипіння невисокі. Частина таких речовин має запах.

Молекулярною сполукою є вода. Молекула води складається з двох атомів Гідрогену і одного атома Оксигену (с. 39, мал. 30, *б*). Молекулярну будову мають чадний і вуглекислий гази (обидва утворені Карбоном і Оксигеном), цукор, етиловий спирт, оцтова кислота (утворені Карбоном, Гідрогеном і Оксигеном) та ін. Кількість атомів у молекулах складних речовин може бути різною — від двох до сотень і навіть тисяч.

Цікаво знати
У бактеріях виявлено речовину, молекула якої містить 19 913 атомів.

Деякі сполуки мають атомну будову. Однією з них є мінерал кварц — головна складова піску. У ньому містяться атоми Силіцію й Оксигену, сполучені між собою (мал. 45).

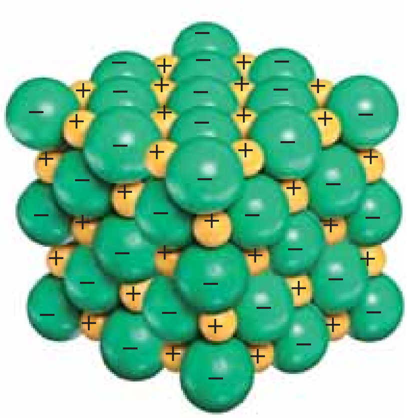
[1] Зазвичай слово «хімічна» опускають.



Мал. 45. Модель будови кварцу

Існують також складні речовини, які утворені йонами. Це — кухонна сіль, крейда, харчова і кальцинована сода, вапно, гіпс і багато інших.

Кристали кухонної солі складаються з позитивно заряджених йонів Натрію і негативно заряджених йонів Хлору (мал. 46).



Мал. 46. Модель будови кухонної солі

Назви складних речовин. У цьому і попередніх параграфах підручника ми наводили традиційні, технічні або побутові назви складних речовин — крейда, кварц, харчова сода тощо. Крім них використовують і хімічні назви. Наприклад, хімічна назва кухонної солі — натрій хлорид. У ній перше слово є назвою одного із двох елементів, якими утворена речовина (його пишуть з малої літери), а друге походить від назви іншого елемента.

Органічні та неорганічні речовини. На уроках природознавства ви дізналися, що речовини поділяють на органічні та неорганічні. Раніше органічними речовинами називали ті, які

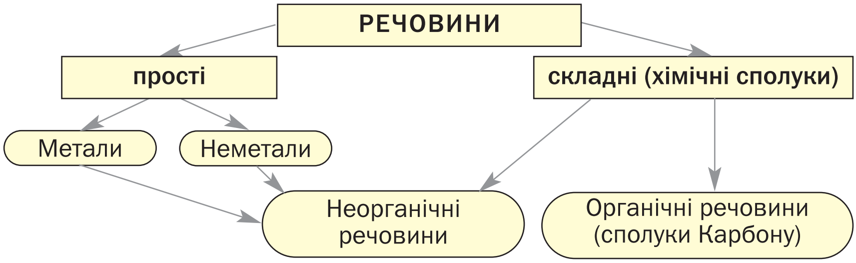
містяться в живих організмах. Це білки, жири, цукор, крохмаль, вітаміни, сполуки, що зумовлюють колір, запах, смак овочів і фруктів. Згодом учені виявили, що існують й інші, подібні за складом речовини, які можна добути лише в хімічній лабораторії. Серед них — фармацевтичні препарати, штучні барвники, полімери тощо. Нині до органічних речовин зараховують майже всі сполуки Карбону (за винятком чадного і вуглекислого газів, крейди, харчової та кальцинованої соди, деяких інших).

До неорганічних речовин належать решта складних речовин, а також усі прості. Неорганічні речовини, як і органічні, поширені в природі. Вони містяться в ґрунті, мінералах, гірських породах, повітрі, природній воді. Деякі з них є в живих організмах.

Матеріал параграфів 11 і 12 узагальнює схема 4, яка ілюструє багатоманітність речовин.

Схема 4

Типи речовин



ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 2

Ознайомлення з простими і складними речовинами

Вам видано такі речовини:

варіант I — цукор, крейда (кальцій карбонат), графіт, мідь;

варіант II — крохмаль, алюміній, сірка, кухонна сіль (натрій хлорид).

Речовини містяться в склянках з етикетками.

Уважно розгляньте речовини, зверніть увагу на їхні назви. Виявіть серед речовин прості (метали, неметали) і складні речовини, а також органічні та неорганічні.

Запишіть у таблицю назву кожної речовини і вкажіть її тип, поставивши у відповідному стовпчику знак «+»:

Назва речовини	Проста речовина		Складна речовина	Органічна речовина	Неорганічна речовина
	метал	неметал			

ВИСНОВКИ

Складні речовини (хімічні сполуки) утворені двома або більшою кількістю хімічних елементів. Багато складних речовин мають молекулярну будову, деякі складаються зі сполучених між собою атомів.

Розрізняють органічні та неорганічні речовини. До органічних речовин зараховують майже всі сполуки Карбону, а до неорганічних — решту сполук і прості речовини.

?

83. Яку речовину називають складною? Назвіть кілька таких речовин.
84. Простими чи складними речовинами є металічні руди (їх переробкою добувають метали)? Відповідь обґрунтуйте.
85. Простою чи складною є речовина, при нагріванні якої виділяються вуглекислий газ і водяна пара? Відповідь поясніть.
86. Якими елементами утворені складні речовини з такими хімічними назвами: алюміній оксид, силіцій нітрид, натрій гідрогенсульфід?
87. Укажіть органічні та неорганічні речовини: алмаз, глюкоза, вода, крейда, олія, вітамін С (аскорбінова кислота).

13 Хімічні формули

Матеріал параграфа допоможе вам:

- з'ясувати, що таке хімічна формула;
- навчитися читати хімічні формули;
- характеризувати склад молекули та речовини за хімічною формулою.

Хімічна формула. Кожна речовина має назву. Однак за назвою не можна визначити, наприклад, скільки і яких атомів міститься в молекулі речовини. Відповіді на це та інші запитання дає особливий запис — хімічна формула.

***Хімічна формула* — це позначення атома, молекули, речовини за допомогою символів хімічних елементів та індексів.**

Хімічною формулою *атома* є символ відповідного елемента. Наприклад, атом Алюмінію позначають символом Al, атом Силіцію — символом Si. Такі формули мають і прості речовини цих елементів (вони складаються з атомів) — метал алюміній, неметал силіцій.

Хімічна формула *молекули простої речовини* містить символ елемента і нижній індекс — маленьку цифру, записану нижче і справа від символу. Індекс указує на кількість атомів елемента в молекулі.

H_2
O_2
N_2
F_2
Cl_2
Br_2
I_2

Молекула кисню складається з двох атомів Оксигену. Її хімічна формула — O_2. Цю формулу читають, вимовляючи спочатку символ елемента, потім — індекс: «о-два». Формулою O_2 позначають не лише молекулу, а й речовину кисень.

Із двоха́томних молекул складаються також прості речовини Гідрогену, Нітрогену, Флуору, Хлору, Брому, Йоду. В озоні містяться

Цікаво знати
Молекули простих речовин — фулеренів складаються з десятків атомів: C_{60}, C_{70} та ін.

трьоха́томні молекули, білому фосфорі — чотирьоха́томні, а сірці — восьмиатомні.

▶ Напишіть хімічні формули озону, білого фосфору і сірки.

У формулі *молекули складної речовини* записують символи елементів, атоми яких містяться в ній, а також індекси. Молекула вуглекислого газу складається з одного атома Карбону і двох атомів Оксигену. Її хімічна формула — CO_2 («це-о-два»). Запам'ятайте: якщо молекула містить один атом елемента, то відповідний індекс, тобто 1, у хімічній формулі не пишуть. Формула молекули вуглекислого газу є також формулою самої речовини.

Хімічні формули деяких сполук містять круглі дужки. Індекс після дужок указує на кількість груп атомів, що записані в них. Так, у формулі $Ca(OH)_2$ є дві групи атомів OH, а $Al(NO_3)_3$ — три групи атомів NO_3. Першу формулу читають «кальцій-о-аш-двічі» (але не «кальцій-о-аш-два»), другу — «алюміній-ен-о-три-тричі».

Іноді в хімічних формулах замість символів елементів записують «сторонні» літери, а також літери-індекси. Такі формули називають загальними. Приклади формул цього типу: ECl_n, E_nO_m, C_xH_y. Перша формула слугує для позначення групи сполук елементів із Хлором, друга є загальною для сполук елементів з Оксигеном, а третю використовують, якщо хімічна формула сполуки Карбону з Гідрогеном невідома або її мають визначити.

Якщо потрібно позначити, наприклад, два окремі атоми Алюмінію чи три молекули вуглекислого газу, використовують записи 2Al, $3CO_2$. Цифра перед хімічною формулою є *коефіцієнтом*. Коефіцієнт 1, як і індекс 1, не пишуть.

Якісний і кількісний склад речовини. Ви вже знаєте, що хімічна формула містить

інформацію про склад молекули, а отже, відповідної речовини. Характеризуючи *якісний склад* молекули або речовини, називають елементи, якими вони утворені, а характеризуючи *кількісний склад*, зазначають:

- кількість атомів кожного елемента в молекулі;
- співвідношення атомів різних елементів у молекулі (речовині).

ВПРАВА. **Описати склад сечовини $CO(NH_2)_2$ (азотне добриво, молекулярна сполука).**

Розв'язання

Сечовина утворена чотирма елементами — Карбоном, Оксигеном, Нітрогеном і Гідрогеном (це якісний склад). Молекула сполуки містить по одному атому Карбону і Оксигену, два атоми Нітрогену і чотири атоми Гідрогену; їх співвідношення в молекулі і в самій речовині —

$N(C) : N(O) : N(N) : N(H) = 1 : 1 : 2 : 4$ (кількісний склад).

(Літерою N позначають кількість частинок — атомів, молекул та ін.)

ВИСНОВКИ

Хімічна формула — запис атома, молекули, речовини за допомогою символів хімічних елементів та індексів. Кількість атомів кожного елемента вказують у формулі за допомогою нижнього індексу.

Хімічна формула відображає якісний і кількісний склад молекули, речовини.

?

88. Яку інформацію про атом, молекулу, речовину надає хімічна формула?
89. Яка відмінність між коефіцієнтом і нижнім індексом у хімічних записах? Відповідь поясніть на прикладах.

90. Прочитайте формули: N_2, Cl_2, P_4, NaCl, $KHCO_3$, $Al_2(SO_4)_3$, $Fe(OH)_2NO_3$.
91. Що означають записи: 2H, $2H_2$, N_2, Li, 4Cu, $3H_2O$?
92. Запишіть хімічні формули, які читають так: йод-два, ес-о-три; бор-два-о-три; аш-ен-о-два; хром-о-аш-тричі; натрій-аш-ес-о-чотири; ен-аш-чотири-двічі-ес.
93. Складіть хімічну формулу молекули, яка містить:
    а) один атом Сульфуру і два атоми Оксигену;
    б) один атом Гідрогену, один атом Нітрогену і три атоми Оксигену;
    в) чотири атоми Гідрогену, два атоми Фосфору і сім атомів Оксигену.
94. Охарактеризуйте якісний і кількісний склад молекулярних речовин — хлору Cl_2, гідроген пероксиду (перекису водню) H_2O_2, глюкози $C_6H_{12}O_6$.

14 Валентність хімічних елементів

Матеріал параграфа допоможе вам:

- з'ясувати, що таке валентність хімічного елемента;
- прогнозувати можливі значення валентності елемента за його розміщенням у періодичній системі;
- обчислювати значення валентності елементів у сполуках за їхніми формулами;
- складати формули сполук за значеннями валентності елементів.

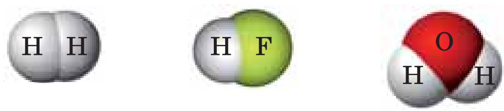
Валентність. Числові індекси в хімічних формулах указують на те, що атоми з'єднуються один з одним не довільно, а в певних співвідношеннях.

Здатність атома сполучатися з певною кількістю таких самих або інших атомів називають *валентністю*[1].

[1] Термін походить від латинського слова valentia — сила.

Валентність є важливою властивістю атома; вона має кількісну характеристику.

Атом Гідрогену завжди сполучається з одним атомом. Якщо з таким самим, то утворюється молекула водню H_2, а якщо з іншим — утворюються молекули фтороводню HF, води H_2O:



Гідроген — одновалентний елемент.

У молекулі фтороводню HF атом Флуору сполучений з одним атомом Гідрогену. Проаналізувавши кількісний склад інших сполук Флуору, легко дійти висновку, що цей елемент, як і Гідроген, є одновалентним.

Атом Оксигену утримує в молекулі води два атоми Гідрогену. *Оксиген — двовалентний елемент.* Таку валентність Оксиген виявляє завжди — і в молекулі простої речовини (O_2), і в молекулах складних речовин.

$\overset{I}{H}\overset{I}{F}$

$\overset{I}{H}_2\overset{II}{O}$

Значення валентності елемента за необхідності вказують римською цифрою над його символом у хімічній формулі: $\overset{I}{H}\overset{I}{F}$, $\overset{I}{H}_2\overset{II}{O}$. У математичних розрахунках і в тексті для цього застосовують арабські цифри. Приклад відповідного речення: «Значення валентності Оксигену дорівнює 2».

▶ Визначте валентність елементів у молекулах амоніаку NH_3 і метану CH_4.

Відомості про валентність елементів у речовині можна подати в інший спосіб. Спочатку записують на певній відстані один від одного символи кожного атома, що входить до складу молекули. Потім одновалентний атом з'єднують з іншим однією рискою, від двовалентного атома проводять дві риски і т. д.:

H–F

O–H
|
H

$$\mathrm{H{-}F}, \quad \begin{array}{l}\mathrm{O{-}H}.\\ |\\ \mathrm{H}\end{array}$$

Такі формули називають *графічними*. Вони показують порядок сполучення атомів у молекулах.

H–H

O=O

N≡N

Молекула простої речовини водню має графічну формулу H–H. Аналогічними є графічні формули молекул фтору, хлору, брому, йоду. Графічна формула молекули кисню O=O, а молекули азоту N≡N.

Складаючи графічні формули для молекул складних неорганічних речовин, слід брати до уваги, що в них атоми одного елемента, як правило, не сполучені між собою.

► Зобразіть графічні формули молекул амоніаку, метану, вуглекислого газу.

Валентність хімічного елемента і його розміщення в періодичній системі. Ви щойно дізналися, що Гідроген і Флуор завжди одновалентні, а Оксиген — двовалентний. Інші елементи зі сталою валентністю перебувають у I—III групах періодичної системи, причому значення валентності кожного елемента збігається з номером групи. Так, елемент I групи Літій одновалентний, елемент II групи Магній двовалентний, а елемент III групи Бор тривалентний. Винятками є елементи I групи Купрум (значення валентності — 1 і 2) і Аурум (1 і 3).

Більшість хімічних елементів мають змінну валентність. Наводимо її значення для деяких із них:

Плюмбум (IV група) — 2, 4;
Фосфор (V група) — 3, 5;
Сульфур (VI група) — 2, 4, 6;
Хром (VI група) — 2, 3, 6;
Хлор (VII група) — 1, 3, 5, 7;
Манган (VII група) — 2, 4, 6, 7.

Із цих відомостей випливає правило: *максимальне значення валентності елемента збігається з номером групи, в якій він перебуває*[1].

---

[1] Існують винятки.

Оскільки в періодичній системі вісім груп, то значення валентності елементів можуть становити від 1 до 8.

Існує ще одне правило: *значення валентності неметалічного елемента у сполуці з Гідрогеном або металічним елементом дорівнює різниці між числом 8 і номером групи, в якій розміщений неметалічний елемент.* Підтвердимо його кількома прикладами. Елемент VII групи Йод у йодоводні HI одновалентний (8 – 7 = 1), елемент VI групи Сульфур у сполуці CaS двовалентний (8 – 6 = 2), елемент V групи Нітроген в амоніаку NH_3 та сполуці AlN тривалентний (8 – 5 = 3).

Визначення валентності елементів у бінарній сполуці за її хімічною формулою. Бінарною[1] називають сполуку, утворену двома елементами. Значення валентності елемента у сполуці з'ясовують тоді, коли він має змінну валентність. Покажемо, як виконують таке завдання.

Знайдемо значення валентності Йоду в його сполуці з Оксигеном, яка має формулу I_2O_5.

Ви знаєте, що Оксиген — двовалентний елемент. Запишемо значення його валентності над символом елемента в хімічній формулі сполуки: $I_2\overset{II}{O}_5$. На 5 атомів Оксигену припадає $2 \cdot 5 = 10$ одиниць валентності. Їх «розподіляємо» між двома атомами Йоду (10 : 2 = 5). Отже, Йод у сполуці п'ятивалентний: $\overset{V}{I}_2\overset{II}{O}_5$.

► Визначте валентність елементів у сполуках, що мають формули SO_2 і Cl_2O_7.

Складання хімічних формул бінарних сполук за валентністю елементів. Виконаємо завдання, протилежне попередньому, — складемо хімічну формулу сполуки Сульфу-

[1] Термін походить від латинського слова binarius — подвійний; той, що складається із двох частин.

ру з Оксигеном, у якій Сульфур шестивалентний.

Спочатку запишемо символи елементів, якими утворена сполука, і вкажемо над ними значення їх валентності: $\overset{VI}{S}\ldots\overset{II}{O}\ldots$. Потім знаходимо найменше число (найменше спільне кратне), яке ділиться без залишку на обидва значення валентності. Це число 6. Ділимо його на значення валентності кожного елемента й отримуємо відповідні індекси в хімічній формулі: $\overset{VI}{S}_{6/6}\overset{II}{O}_{6/2}$, або $\overset{VI}{S}\overset{II}{O}_3$.

Цікаво знати
На початку XIX ст. хімічні формули записували з погляду «найбільшої простоти». Для води використовували формулу HO, а не H_2O.

Для перевірки правильності хімічної формули користуються правилом: *добутки значення валентності кожного елемента на кількість його атомів у формулі бінарної сполуки однакові.* Переконаємося в цьому: $6 \cdot 1 = 2 \cdot 3$.

Складаючи формули бінарних сполук, спочатку записують символи металічних елементів, а потім — неметалічних. Якщо сполука утворена лише неметалічними елементами і серед них є Оксиген або Флуор, то ці два елементи записують останніми.

▶ Складіть хімічну формулу сполуки Бору: а) із Флуором; б) з Оксигеном.

У формулі сполуки Гідрогену з неметалічним елементом VI або VII групи першим записують Гідроген (H_2Te, HBr), а для інших аналогічних сполук цього елемента застосовують протилежний порядок запису елементів (PH_3, CH_4).

ВИСНОВКИ

Валентність — це здатність атома сполучатися з певною кількістю таких самих або інших атомів.

Існують елементи зі сталою і змінною валентністю. Гідроген, Флуор завжди одновалентні, Оксиген — двовалентний.

Максимальні значення валентності більшості елементів збігаються з номерами груп періодичної системи, в яких вони розміщені.

Значення валентності елементів відображають у графічних формулах молекул відповідною кількістю рисок біля атомів.

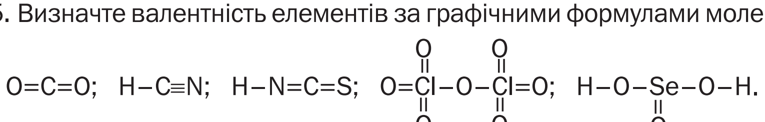
У формулі бінарної сполуки добутки значень валентності кожного елемента на кількість його атомів однакові.

?

95. Що таке валентність хімічного елемента? Назвіть мінімальне і максимальне значення валентності елементів.
96. Укажіть у поданому переліку символи елементів зі сталою валентністю: K, Ca, Cu, Cl, Zn, F, H.
97. Зважаючи на розміщення елементів у періодичній системі, назвіть максимальні значення валентності для Фосфору, Брому, Меркурію, Селену.
98. За наведеним значенням валентності одного з елементів у сполуці визначте і запишіть значення валентності іншого елемента:

$$\overset{IV}{S}Cl_4;\ P\overset{I}{Br}_5;\ N\overset{I}{I}_3;\ \overset{IV}{C}S_2;\ P_3\overset{III}{N}_5.$$

99. Визначте валентність елементів у сполуках, що мають такі формули:
    а) BaH_2, V_2O_5, MoS_3, SiF_4, Li_3P;
    б) CuS, $TiCl_4$, Ca_3N_2, P_2O_3, Mn_2O_7.
100. Складіть формули сполук, утворених елементами зі сталою валентністю: Na…H…; Ba…F…; Al…O…; Al…F… .
101. Складіть формули сполук за вказаними валентностями деяких елементів:
    а) Al…S…, $\overset{IV}{Si}$…H…, Zn…Br…, $\overset{VI}{W}$…O…;
    б) $\overset{III}{N}$…O…, $\overset{V}{P}$…O…, $\overset{IV}{C}$…$\overset{I}{Cl}$…, Li…S… .
102. Напишіть формули сполук Селену, Хлору та Арсену з Гідрогеном.
103. Напишіть формули сполук з Оксигеном таких елементів:
    а) Літію;
    б) Магнію;
    в) Осмію (виявляє валентність 4 і 8).
104. Зобразіть графічні формули молекул Cl_2O, PH_3, SO_3.
105. Визначте валентність елементів за графічними формулами молекул:

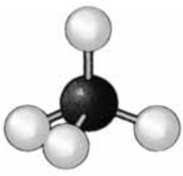


НА ДОЗВІЛЛІ

«Виготовляємо» молекули

За графічними формулами можна виготовляти моделі молекул (мал. 47). Найзручнішим матеріалом для цього є пластилін. Із нього роблять кульки-атоми (для атомів різних елементів використовують пластилін різного кольору). Кульки з'єднують за допомогою сірників; кожний сірник імітує одну риску в графічній формулі молекули.

Виготовте моделі молекул H_2, O_2, H_2O (має кутову форму), NH_3 (має форму піраміди з атомом Нітрогену у вершині), CO_2 (атоми розміщені на одній лінії).



Мал. 47. **Модель молекули метану CH_4**

15 Відносна молекулярна маса

Матеріал параграфа допоможе вам:

- з'ясувати, що таке відносна молекулярна маса;
- навчитись обчислювати відносні молекулярні маси.

Маси молекул, як і атомів, надзвичайно малі. Тому в хімії використовують відносні маси молекул. Їх зазвичай називають відносними молекулярними масами.

Відносна молекулярна маса — це відношення маси молекули до 1/12 маси атома Карбону.

Позначення відносної молекулярної маси — M_r. Ця величина, як і відносна атомна маса, не має розмірності. Математична формула для її обчислення за масою молекули має такий вигляд:

$$M_r(\text{молекули}) = \frac{m(\text{молекули})}{\frac{1}{12}\, m_a(\text{C})}.$$

Знайдемо відносну молекулярну масу кисню, використавши маси молекули кисню ($5{,}32 \cdot 10^{-23}$ г) і атома Карбону ($1{,}994 \cdot 10^{-23}$ г):

$$M_r(O_2) = \frac{m(O_2)}{\frac{1}{12}\, m_a(\text{C})} = \frac{5{,}32 \cdot 10^{-23}\ \text{г}}{\frac{1}{12} \cdot 1{,}994 \cdot 10^{-23}\ \text{г}} = 32.$$

Сподіваємося, що очевидними для вас є такі твердження:

- *відносні молекулярні маси пропорційні масам молекул;*
- *співвідношення мас молекул такі самі, що й відносних молекулярних мас.*

Значно простіше розрахувати відносну молекулярну масу за відносними атомними масами.

Відносна молекулярна маса дорівнює сумі відносних мас атомів, які містяться в молекулі.

Знайдемо відносні молекулярні маси кисню і води, використавши округлені до цілих чисел значення відносних атомних мас Оксигену і Гідрогену:

$$M_r(O_2) = 2A_r(O) = 2 \cdot 16 = 32;$$

$$M_r(H_2O) = 2A_r(H) + A_r(O) = 2 \cdot 1 + 16 = 18.$$

▶ Обчисліть відносні молекулярні маси азоту N_2 і амоніаку NH_3.

Якщо в хімічній формулі речовини є дужки, то, обчислюючи відносну молекулярну масу, їх «розкривають». За приклад візьмемо гліцерин $C_3H_5(OH)_3$:

$$M_r[C_3H_5(OH)_3] = 3A_r(C) + 5A_r(H) + 3A_r(O) +$$
$$+ 3A_r(H) = 3 \cdot 12 + 5 \cdot 1 + 3 \cdot 16 + 3 \cdot 1 = 92.$$

Існує чимало речовин, які мають атомну або йонну будову, тобто не містять молекул. Для них

замість терміна «відносна молекулярна маса» застосовують інший — «відносна формульна маса». Позначення цієї фізичної величини та її обчислення такі самі, що й відносної молекулярної маси.

ВИСНОВКИ

Відносна молекулярна маса є відношенням маси молекули до 1/12 маси атома Карбону або сумою відносних мас атомів, які містяться в молекулі.

Маси молекул пропорційні відносним молекулярним масам.

?

106. Що таке відносна молекулярна маса? Як її розрахувати:
   а) за масою молекули;
   б) за хімічною формулою молекули?
107. Назвіть речовину, яка має найменшу відносну молекулярну масу.
108. Обчисліть (бажано усно) відносні молекулярні маси речовин із такими формулами:
   а) Cl_2, O_3, P_4;
   б) CO, H_2S, H_3PO_4.
109. Обчисліть відносні молекулярні маси сечовини $CO(NH_2)_2$ і глюкози $C_6H_{12}O_6$.
110. Визначте (усно), у скільки разів маса атома Оксигену більша чи менша за масу:
   а) молекули водню;
   б) двох молекул силану SiH_4.
111. Скільки молекул сірчистого газу SO_2 мають таку саму масу, що й дві молекули брому Br_2?
112. Обчисліть співвідношення мас молекул CH_4 і SO_3.
113. Відносна молекулярна маса сполуки Хлору з Оксигеном становить 183. Відомо, що в молекулі речовини міститься 7 атомів Оксигену. Знайдіть її формулу.
114. Сполука Нітрогену з Оксигеном має таку саму відносну молекулярну масу, що й вуглекислий газ. Яка формула цієї сполуки?

16 Масова частка елемента у складній речовині

Матеріал параграфа допоможе вам:

- з'ясувати, що таке масова частка елемента у сполуці, та обчислювати її значення;
- навчитися розраховувати масу елемента в певній масі сполуки за його масовою часткою;
- оформлювати розв'язання розрахункових задач.

Кожна складна речовина (хімічна сполука) утворена кількома елементами. Інформація про кількісний вміст елементів у сполуці часто є важливою для її практичного використання. Наприклад, кращим азотним добривом вважають таке, в якому Нітрогену міститься більше, ніж в інших аналогічних добривах (цей елемент потрібний рослинам). Так само оцінюють якість залізної руди, визначаючи, наскільки вона «багата» на елемент Ферум.

Кількісний вміст хімічного елемента у сполуці характеризують його *масовою часткою*. Цю величину позначають латинською літерою w («дубль-ве»).

Виведемо формулу для обчислення масової частки елемента у сполуці за відомими масами сполуки і елемента. Позначимо елемент літерою E, а невідому масову частку цього елемента — літерою x. Врахувавши, що маса сполуки — ціле, а маса елемента в ній — частина від цілого, складаємо пропорцію:

$$m(\text{сполуки}) — 1,$$
$$m(E) — x;$$
$$\frac{m(\text{сполуки})}{m(E)} = \frac{1}{x}.$$

Звідси

$$x = w(E) = \frac{m(E)}{m(\text{сполуки})}.$$

Масова частка елемента у сполуці — це відношення маси елемента до відповідної маси сполуки.

Зауважимо, що маси елемента і сполуки потрібно брати в однакових одиницях вимірювання (наприклад, у грамах).

Масова частка не має розмірності. Її часто виражають у відсотках. У цьому разі формула має такий вигляд:

$$w(E) = \frac{m(E)}{m(\text{сполуки})} \cdot 100\ \%.$$

Очевидним є те, що сума масових часток усіх елементів у сполуці становить 1 (або 100 %).

Розглянемо приклади розв'язування задач, які передбачають обчислення або використання масових часток елементів у сполуках.

Умову розрахункової задачі та її розв'язання зазвичай подають у такий спосіб. Аркуш зошита чи класну дошку ділять вертикальною лінією на дві неоднакові частини. У лівій, меншій, частині скорочено записують умову задачі, потім проводять горизонтальну лінію, а під нею зазначають те, що потрібно знайти чи обчислити. У правій частині записують математичні формули, пояснення, розрахунки і відповідь.

ЗАДАЧА 1. **У 80 г сполуки міститься 32 г Оксигену. Обчислити масову частку Оксигену в сполуці.**

Дано:

$m(\text{сполуки}) = 80$ г
$m(\text{O}) = 32$ г

$w(\text{O})$ — ?

Розв'язання

1-й спосіб

Складаємо пропорцію й обчислюємо масову частку Оксигену в сполуці:

80 г — 1;
32 г — x,

$$x = w(\text{O}) = \frac{32\ \text{г}}{80\ \text{г}} = 0{,}4,$$

або

$$0{,}4 \cdot 100\ \% = 40\ \%.$$

2-й спосіб

Розраховуємо масову частку Оксигену за відповідною формулою:

$$w(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{m(\text{сполуки})} = \frac{32\ \text{г}}{80\ \text{г}} = 0{,}4\ (\text{або}\ 40\ \%).$$

Відповідь: **w(O) = 0,4, або 40 %.**

Масову частку елемента у сполуці також можна обчислювати, використовуючи хімічну формулу сполуки. Оскільки маси атомів і молекул пропорційні відносним атомним і молекулярним масам, то

$$w(E) = \frac{N(E) \cdot A_r(E)}{M_r(\text{сполуки})},$$

де $N(E)$ — кількість атомів елемента у формулі сполуки.

ЗАДАЧА 2. **Обчислити масові частки елементів у метані CH_4.**

Дано:

CH_4

w(C) — ?

w(H) — ?

Розв'язання

1. Обчислюємо відносну молекулярну масу метану:

$$M_r(CH_4) = A_r(\text{C}) + 4A_r(\text{H}) = 12 + 4 \cdot 1 = 16.$$

2. Розраховуємо масову частку Карбону в метані:

$$w(\text{C}) = \frac{A_r(\text{C})}{M_r(CH_4)} = \frac{12}{16} = 0{,}75,\ \text{або}\ 75\ \%.$$

3. Обчислюємо масову частку Гідрогену в метані:

$$w(\text{H}) = \frac{4A_r(\text{H})}{M_r(CH_4)} = \frac{4 \cdot 1}{16} = 0{,}25,\ \text{або}\ 25\ \%.$$

Інший варіант розрахунку масової частки Гідрогену:

$$w(\text{H}) = 1 - w(\text{C}) = 1 - 0{,}75 = 0{,}25,$$

або

$$w(\text{H}) = 100\ \% - w(\text{C}) = 100\ \% - 75\ \% = 25\ \%.$$

Відповідь: **w(C) = 0,75, або 75 %;**
w(H) = 0,25, або 25 %.

За відомою масовою часткою елемента можна знайти масу елемента, яка міститься в певній масі сполуки. Із математичної формули для масової частки елемента випливає:

$$m(E) = w(E) \cdot m(\text{сполуки}).$$

ЗАДАЧА 3. **Яка маса Нітрогену міститься в аміачній селітрі (азотне добриво) масою 1 кг, якщо масова частка цього елемента у сполуці становить 0,35?**

Дано:	***Розв'язання***
m(сполуки) = 1 кг w(N) = 0,35	Обчислюємо масу Нітрогену: $m(N) = w(N) \cdot m$(сполуки) = = 0,35 · 1 кг = 0,35 кг, або 350 г.
m(N) — ?	***Відповідь:*** m(N) = 350 г.

ВИСНОВКИ

Масова частка елемента у сполуці — це відношення маси елемента до відповідної маси сполуки.

Масову частку елемента у сполуці обчислюють за відомими масами елемента і сполуки або за її хімічною формулою.

За масовою часткою елемента можна розрахувати його масу, яка міститься в певній масі сполуки.

?

115. Як обчислити масову частку елемента у сполуці, якщо відомі:
   а) маса елемента і відповідна маса сполуки;
   б) хімічна формула сполуки?
116. Якою є масова частка елемента у простій речовині?
117. У 20 г речовини міститься 16 г Брому. Знайдіть масову частку цього елемента в речовині, виразивши її звичайним дробом, десятковим дробом й у відсотках.
118. Обчисліть (бажано усно) масові частки елементів у сполуках, що мають такі формули: SO_2, SiH_4, CrO_3.
119. Виконайте необхідні обчислення для оцтової кислоти CH_3COOH та гліцерину $C_3H_5(OH)_3$ і заповніть таблицю:

Формула сполуки	M_r(сполуки)	w(C)	w(H)	w(O)

120. Зіставляючи формули речовин, а також значення відносних атомних мас, визначте, у якій з речовин кожної пари масова частка першого у формулі елемента більша: а) N_2O, NO; б) CO, CO_2; в) B_2O_3, B_2S_3.

121. Масова частка Кальцію в його сполуці з Гідрогеном становить 0,952. Які маси Кальцію та Гідрогену містяться в 20 г сполуки?

122. Масова частка Нітрогену в певній сполуці становить 28 %. У якій масі сполуки міститься 56 г Нітрогену?

123. Знайдіть кількість атомів Оксигену в молекулі SO_x, якщо масова частка цього елемента у відповідній сполуці становить 0,6.

124. Масова частка Феруму в зразку сполуки FeO становить 75 %. За допомогою обчислень з'ясуйте, чи є цей зразок чистою сполукою.

17 Фізичні та хімічні явища (хімічні реакції). Хімічні властивості речовин

Матеріал параграфа допоможе вам:

- з'ясувати відмінності фізичних і хімічних явищ (хімічних реакцій);
- зрозуміти роль хімічних реакцій у природі, їхнє значення для людини;
- вирізняти хімічні властивості речовин.

На уроках природознавства ви дізналися, що в природі відбуваються різні фізичні та хімічні явища.

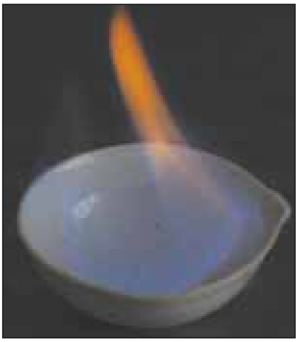
Фізичні явища. Кожний із вас спостерігав за тим, як тане лід, кипить або замерзає вода. Лід, вода і водяна пара складаються з одних і тих самих молекул, тому вони є однією речовиною, що перебуває в різних агрегатних станах.

Явища, під час яких речовини не перетворюються на інші, називають *фізичними*.

До фізичних явищ належать не лише зміни агрегатного стану речовин, а й світіння сильно нагрітого металу або каменю, проходження

електричного струму в металах, поширення запаху речовин у повітрі, розчинення жиру в бензині, притягання заліза до магніту тощо. Такі явища вивчає наука фізика.

Хімічні явища (хімічні реакції). Одним із хімічних явищ є горіння. Розглянемо, як горить спирт (мал. 48). Цей процес відбувається за участю кисню, який міститься в повітрі. Спирт згоряє, його кількість зменшується. Здається, що він переходить у газуватий стан подібно до того, як вода при нагріванні перетворюється на водяну пару. Проте це не так. Якщо газ, добутий внаслідок згоряння спирту, охолодити, то частина його сконденсується в рідину, але не в спирт, а у воду. Решта газу залишиться. За допомогою спеціального досліду можна довести, що цим залишком є вуглекислий газ.



Мал. 48. Горіння етилового спирту

Явища, під час яких одні речовини перетворюються на інші, називають *хімічними явищами*, або *хімічними реакціями*.

Речовини, що вступають у хімічну реакцію, називають *вихідними речовинами*, або *реагентами*, а ті, що утворюються, — *кінцевими речовинами*, або *продуктами реакції*.

Суть розглянутої хімічної реакції передає такий запис:

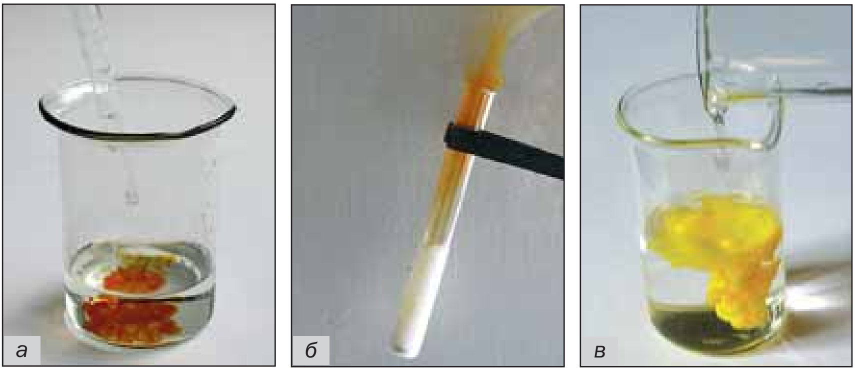
спирт + кисень → вода + вуглекислий газ.

вихідні речовини (реагенти) — кінцеві речовини (продукти реакції)

Реагенти і продукти цієї реакції складаються з молекул. Під час горіння створюється висока температура. За цих умов молекули реагентів розпадаються на атоми, які, сполучаючись, утворюють молекули нових речовин — продуктів[1]. Отже, *всі атоми під час реакції зберігаються.*

Зовнішні ефекти, що супроводжують хімічні реакції. Спостерігаючи за перебігом хімічних реакцій, можна зафіксувати:

- появу, зникнення чи зміну забарвлення (мал. 49, *а*);
- виділення газу (мал. 49, *б*);
- утворення чи розчинення осаду (мал. 49, *в*);
- появу, зникнення чи зміну запаху;
- виділення чи поглинання теплоти;
- появу полум'я (мал. 48), іноді — світіння.



Мал. 49. Зовнішні ефекти під час хімічних реакцій: *а* — поява забарвлення; *б* — виділення газу; *в* — утворення осаду

ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 3

Проведення хімічних реакцій

Вам видано розчини кальцинованої соди і фенолфталеїну. Чи мають вони забарвлення? Налийте в про-

[1] Відомі й інші варіанти взаємодії частинок реагентів.

бірку 1 мл розчину соди і додайте 1—2 краплі розчину фенолфталеїну. Що спостерігаєте?

Налийте у дві пробірки по 1 мл розчину соди. В одну пробірку додайте 1 мл розбавленої нітратної кислоти, а в другу — 1 мл розчину мідного купоросу. Що відбувається в кожній пробірці?

Указані на попередній сторінці зовнішні ефекти, крім появи полум'я, можна спостерігати й під час фізичних явищ.

Приклад 1. Порошок срібла, добутий у пробірці внаслідок хімічної реакції, має сірий колір. Якщо його розплавити, а потім розплав охолодити, то отримаємо злиток металу, але не сірого, а білого кольору, з характерним блиском.

Приклад 2. Якщо нагрівати природну чи водопровідну воду, то з неї задовго до кипіння почнуть виділятися маленькі пухирці газу. Це — повітря, яке містилось у воді. Його розчинність у воді, як і будь-якого газу, зі збільшенням температури зменшується.

Приклад 3. Неприємний запах у холодильнику зникає, якщо в нього помістити гранули силікагелю — однієї зі сполук Силіцію. Силікагель вбирає молекули різних речовин без їх руйнування. Аналогічно діє активоване вугілля у протигазі.

Приклад 4. При перетворенні води на пару поглинається теплота, а при замерзанні води — виділяється.

Щоб визначити, яке явище відбувається — фізичне чи хімічне, слід уважно спостерігати за ним, а також ретельно дослідити речовини до і після проведеного експерименту.

Хімічні реакції в природі, повсякденному житті та їх значення. У природі постійно відбувається безліч хімічних реакцій. Багато речовин, розчинених у річках, морях і океа-

Цікаво знати
Щороку в рослинах утворюється 150 млрд. т органічних речовин.

нах, взаємодіють між собою, деякі реагують із киснем. Рослини вбирають з атмосфери вуглекислий газ, із ґрунту — воду, розчинені в ній речовини і переробляють їх на білки, жири, глюкозу, крохмаль, вітаміни, інші сполуки, а також кисень. Надзвичайно важливими є реакції за участю кисню, який потрапляє в живі організми при диханні.

Багато хімічних реакцій ми здійснюємо в побуті. Вони відбуваються під час смаження м'яса, овочів, випікання хліба, скисання молока, бродіння плодових і ягідних соків, вибілювання тканин, горіння різних видів палива, тверднення цементу й алебастру, почорніння з часом срібних прикрас тощо.

Хімічні реакції становлять основу багатьох технологічних процесів — добування металів, виробництва синтетичних волокон, ліків, добрив, інших важливих речовин. Спалюючи паливо, люди забезпечують себе теплом і електричною енергією. За допомогою хімічних реакцій знешкоджують токсичні речовини, переробляють промислові та побутові відходи.

Разом із тим перебіг деяких реакцій призводить до негативних наслідків. Іржавіння заліза скорочує термін роботи різних механізмів, обладнання, транспортних засобів, зумовлює великі втрати цього металу. Пожежі знищують житло, промислові та культурні об'єкти, історичні цінності, лісові масиви. Більшість харчових продуктів псується внаслідок їх взаємодії з киснем повітря. При цьому утворюються речовини, що мають неприємний запах, смак і є шкідливими для людини.

Хімічні властивості речовини. Кожній речовині притаманна сукупність різних властивостей.

▶ Пригадайте, які властивості називають фізичними. Наведіть відповідні приклади.

Крім фізичних властивостей, речовини мають і хімічні властивості. Серед них — здатність вступати в хімічні реакції з певними простими і складними речовинами, інертність щодо інших речовин, термічна стійкість або здатність до хімічного перетворення під час нагрівання.

Розглянемо деякі хімічні властивості води. За звичайних умов і наявності повітря (кисню) вона повільно взаємодіє із залізом (цей процес називають іржавінням). Але вода не реагує з крейдою, піском. Її молекули починають руйнуватися лише при дуже сильному нагріванні (значно вище за 1000 °C). Унаслідок цієї хімічної реакції водяна пара перетворюється на два гази — водень і кисень.

Деякі речовини (наприклад, метал натрій, неметал фтор) називають хімічно активними. Вони взаємодіють з багатьма речовинами. Такі реакції нерідко супроводжуються займанням або вибухом. Існують і хімічно пасивні речовини. Золото за жодних умов не взаємодіє з водою, киснем, оцтом, розчинами харчової та кальцинованої соди, а газ гелій взагалі не вступає в хімічні реакції.

Хімічні властивості речовини залежать від її складу і внутрішньої будови.

ВИСНОВКИ

Фізичними явищами називають явища, під час яких кожна речовина зберігається.

Хімічні явища, або хімічні реакції, — це перетворення одних речовин на інші. Вони можуть супроводжуватися різними зовнішніми ефектами.

Безліч хімічних реакцій відбувається в навколишній природі, живих організмах. На перетвореннях речовин ґрунтуються різні технологічні процеси.

Кожна речовина має хімічні властивості, які полягають в її здатності вступати в певні хімічні реакції.

?

125. Знайдіть відповідність:

Явище	*Тип явища*
1) вибух динаміту;	а) фізичне явище;
2) тверднення розплавленого парафіну;	б) хімічне явище.
3) підгоряння їжі на сковороді;	
4) утворення солі при випаровуванні морської води;	
5) розшарування струшеної суміші води та олії;	
6) вицвітання забарвленої тканини на сонці;	

126. Якими зовнішніми ефектами супроводжуються такі хімічні перетворення:
    а) горіння сірника;
    б) іржавіння заліза;
    в) бродіння виноградного соку?
127. Як ви думаєте, чому одні харчові продукти (цукор, крохмаль, оцет, сіль) можуть зберігатися протягом необмеженого часу, а інші (сир, вершкове масло, молоко) швидко псуються?
128. Мінерал малахіт має синьо-зелений колір, не розчиняється у воді, при нагріванні не плавиться, а перетворюється на чорну тверду речовину, виділяючи вуглекислий газ і водяну пару. Які властивості мінералу є фізичними, а які — хімічними?

НА ДОЗВІЛЛІ

Зміна кольору під час хімічної реакції

У дві невеликі склянки налийте трохи води і в кожну додайте 1—2 краплі спиртового розчину брильянтового зеленого (побутова назва цього розчину — зеленка). У першу склянку додайте кілька крапель водного розчину амоніаку (нашатирного спирту), у другу — розчину лимонної кислоти. Чи змінюється колір рідин у склянках? Якщо так, то як са́ме?

Результат досліду запишіть у зошит і зробіть висновки.

ДОМАШНІЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

Взаємодія харчової соди з лимонною кислотою, соком квашеної капусти, кефіром

1. Приготуйте невеликі кількості водних розчинів лимонної кислоти і харчової соди. Злийте разом частини обох розчинів в окрему склянку. Що відбувається?

До залишку розчину лимонної кислоти додайте трохи порошку соди, а до залишку розчину соди — трохи кристаликів лимонної кислоти. Які ефекти спостерігаєте — такі самі, що й при зливанні розчинів, чи інші?

2. Налийте в одну маленьку склянку трохи соку квашеної капусти, а в іншу — нежирного кефіру або сироватки. В обидві склянки додайте по 1/4 чайної ложки харчової соди. Що спостерігаєте?

Виявлені зовнішні ефекти зумовлені хімічними реакціями, що відбулися під час експериментів.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3
Дослідження фізичних і хімічних явищ

Перед виконанням практичної роботи уважно прочитайте правила роботи і безпеки в хімічному кабінеті (с. 17, 28). Ви повинні чітко їх дотримуватися.

Будьте обережними з вогнем.

ДОСЛІД 1

Помістіть у пробірку невелику кількість мідного купоросу (речовина має вкрити дно пробірки) і додайте 3—4 мл води. Вміст пробірки перемішуйте скляною паличкою до повного розчинення речовини. Однаковий чи різний колір мають мідний купорос і його розчин?

Половину розчину перелийте в маленьку порцелянову чашку і поставте її на кільце лабораторного штатива. Запаліть спиртівку чи сухе пальне й обережно випарюйте розчин до виділення з нього перших кристаликів речовини. Зіставте їх і мідний купорос за кольором.

Які фізичні явища відбувалися під час виконання досліду? Чи відбулося хімічне явище? Відповідь обґрунтуйте.

ДОСЛІД 2

У пробірку із другою частиною розчину мідного купоросу додайте кілька залізних ошурків[1]. Якого кольору набуває їхня поверхня? Який метал має такий колір?

Вміст пробірки періодично перемішуйте скляною паличкою до повної зміни забарвлення розчину. Якого кольору він набув?

Повільно перелийте розчин у маленьку порцелянову чашку (тверді речовини мають залишитись у пробірці). Обережно випарте розчин досуха[2]. Який колір твердого залишку? Про що він свідчить?

Чи відбулося хімічне явище в досліді 2? Відповідь обґрунтуйте.

Під час виконання кожного досліду записуйте в таблицю свої дії, спостереження, а після його завершення — висновки.

№ досліду	Послідовність дій	Спостереження	Висновки
1	Розчиняю у воді мідний купорос. ...	Утворюється розчин ... кольору. ...	
2			

[1] Замість ошурків можна взяти залізні кнопки, скріпки, цвяхи.
[2] Можна випарити кілька крапель розчину на предметному склі.

?

129. Чи відбувалися фізичні явища під час виконання досліду 2? Якщо так, то які саме?

130. Як можна довести за допомогою магніту, що в досліді 2 на поверхні заліза утворюється інший метал?

ДЛЯ ДОПИТЛИВИХ

Фізичні та хімічні явища при виведенні плям

Поява плями на одязі або скатертині — завжди неприємна подія. Тільки-но помічаємо пляму, одразу міркуємо, як її позбутися. Можна скористатися послугою спеціалізованого підприємства або спробувати вивести пляму самому.

Пляму від жиру зазвичай видаляють органічним розчинником — бензином, петролейним ефіром, ацетоном. Свіжу жирну пляму можна посипати нагрітим крохмалем, а потім його струсити. Під час цих процедур відбуваються фізичні явища: у першому випадку жир розчиняється в рідині й видаляється з тканини, а в другому — поглинається часточками крохмалю. Деякі нежирові плями вдається змити водою.

Вивести плями від ягід, овочів, напоїв допоможуть засоби побутової хімії. Вони містять речовини, які вступають у реакції з барвниками і знебарвлюють їх. Можна також застосувати сік лимону, розчини лимонної кислоти, гідроген пероксиду (або перекису водню), амоніаку (нашатирний спирт), які теж спричиняють хімічні перетворення багатьох забарвлених речовин.

Важливо перед виведенням плями перевірити, чи не зіпсує обраний засіб саму тканину. Використовуючи органічний розчинник, слід пам’ятати про його вогненебезпечність.

2 розділ
Кисень

У матеріалі цього розділу ви знайдете багато цікавих відомостей про неметалічний елемент Оксиген і його просту речовину — кисень. Такий вибір елемента і речовини невипадковий. Атоми Оксигену містяться в молекулах багатьох сполук — органічних і неорганічних. Кисень є дуже важливою простою речовиною. Без нього не можуть існувати живі істоти. Цей газ використовують у металургії, хімічній промисловості, техніці, медицині. Він бере участь у процесах горіння палива і пального, різних реакціях, які відбуваються в навколишній природі.

18 Оксиген. Кисень

Матеріал параграфа допоможе вам:

- систематизувати відомості про хімічний елемент Оксиген;
- оцінити поширеність Оксигену та його простої речовини — кисню в природі;
- характеризувати фізичні властивості кисню.

Оксиген. Це перший елемент, який ви докладно вивчатимете. Слово «оксиген» походить від грецьких слів «oxys» (кислий) і

«genos» (народження). Таку назву елемент отримав у XVIII ст.; тоді вчені вже знали, що він входить до складу кислот («народжує кислоти»). Згодом з'ясувалося, що існують кислоти, молекули яких не містять атомів Оксигену. Проте назва елемента збереглася.

Із періодичної системи отримуємо такі відомості про Оксиген:

- символ елемента — O;
- Оксиген розміщений у 2-му періоді, в VI групі;
- порядковий номер елемента — 8;
- його відносна атомна маса — 16 (точне значення — 15,999).

Цікаво знати
До 1961 р. атомною одиницею маси була 1/16 маси атома Оксигену.

Порядковий номер елемента вказує на те, що атом Оксигену містить 8 електронів, а заряд ядра атома становить +8.

Оксиген — неметалічний елемент, оскільки його прості речовини кисень O_2 і озон O_3 є неметалами.

Вам відомо, що Оксиген має постійне значення валентності, яке дорівнює 2.

▶ Напишіть формули сполук Оксигену з Натрієм, Кальцієм, Алюмінієм.

Поширеність Оксигену в природі. Оксиген — один із найпоширеніших елементів на нашій планеті. У земній корі його атомів більше, ніж атомів будь-якого іншого елемента (с. 66). Атоми Оксигену містяться в піску, глині, вапняку, багатьох мінералах. Оксиген — другий елемент за поширеністю в атмосфері (після Нітрогену) і гідросфері (після Гідрогену). Головна складова гідросфери — вода — є сполукою Оксигену з Гідрогеном.

Атоми Оксигену входять до складу молекул багатьох речовин, які містяться в живих організмах, — води, білків, жирів тощо. У тілі дорослої людини масова частка цього елемента становить приблизно 65 %.

Цікаво знати
Організм дорослого чоловіка щодоби споживає приблизно 900 г кисню, а жінки — 600 г.

Кисень. Найважливіша проста речовина Оксигену — кисень. Цей газ необхідний для дихання; він підтримує горіння.

Формула кисню вам відома — O_2. Речовина складається з двоха́томних молекул.

Молекули кисню досить стійкі. Лише за температури понад 2000 °C або під дією електричних розрядів чи ультрафіолетових променів вони розпадаються на атоми.

Кисень є компонентом повітря — природної суміші газів. На нього припадає приблизно 1/5 об'єму повітря. Склад повітря, з якого видалено водяну пару[1], наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Склад повітря

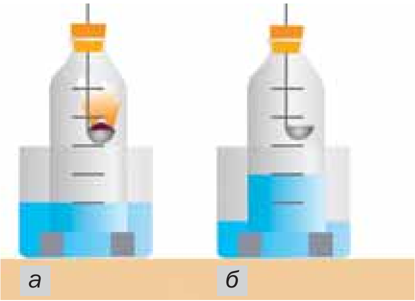
Газ		Частка в повітрі, %	
Назва	**Формула**	**об'ємна***	**масова**
Азот	N_2	78,08	75,51
Кисень	O_2	20,95	23,14
Аргон	Ar	0,93	1,28
Вуглекислий газ	CO_2	0,040	0,061
Інші гази		менша за 0,002	менша за 0,002

* Об'ємна частка речовини в суміші є відношенням об'єму речовини до об'єму суміші. Об'ємну частку позначають грецькою літерою φ (фі).

Визначити об'ємну частку кисню в повітрі можна за допомогою експерименту. Для цього потрібні скляна пляшка без дна із пробкою і посудина (кристалізатор) більшого діаметру, заповнена до половини водою. Дослід здійснюють так. У пробку вставляють ложку для спалювання, в яку набирають червоний фосфор. Його підпалюють, швидко поміщають у пляшку і щільно закривають її пробкою (мал. 50). Коли горіння фосфору припиниться, вода підніметься приблизно на 1/5 об'єму пляшки.

[1] Водяна пара зумовлює вологість повітря.

Мал. 50. Визначення об'ємної частки кисню в повітрі спалюванням фосфору:
а — початок досліду;
б — завершення досліду



Цей об'єм займав у повітрі кисень, який вступив у реакцію з фосфором.

Кисень міститься не лише в атмосфері. Невелика кількість його разом з іншими газами повітря розчинена в природній воді.

Фізичні властивості кисню. За звичайних умов кисень — безбарвний газ, який не має запаху і смаку. При охолодженні до −183 °C він перетворюється на блакитну рідину, яка за температури −219 °C твердне, утворюючи сині кристали. Кисень в 1,1 рази важчий за повітря. Він слабко розчиняється у воді, але цього достатньо для існування у водоймах риб та інших живих істот, які дихають розчиненим киснем.

ВИСНОВКИ

Оксиген — неметалічний елемент. У природі поширена його проста речовина — кисень, а також вода і багато інших складних речовин. На кисень припадає майже 1/5 об'єму повітря.

Кисень — газ без запаху і смаку; він необхідний для дихання, підтримує горіння.

?

131. Складіть речення, вставивши замість крапок слова «Оксиген» або «кисень» у відповідних відмінках:
   а) … *— проста речовина* …;
   б) *вода утворена Гідрогеном і* …;

в) *молекула … складається із двох атомів …;*

г) *у результаті фотосинтезу рослини поглинають вуглекислий газ, а виділяють … .*

132. Назвіть два гази, яких у повітрі найбільше, і напишіть їхні формули.

133. У яких природних речовинах (простих, складних) містяться атоми Оксигену? Які із цих речовин входять до складу атмосфери, гідросфери, літосфери?

134. Складіть формули сполук Оксигену за вказаними валентностями елементів: $\overset{I}{Cl}$…O…, $\overset{III}{As}$…O…, $\overset{IV}{N}$…O…, $\overset{VI}{Se}$…O… .

135. Знайдіть масову частку Оксигену:

а) у вуглекислому газі CO_2;

б) в метиловому спирті CH_3OH;

в) у глюкозі $C_6H_{12}O_6$.

136. Яка маса Оксигену міститься в 90 г води?

137. Обчисліть масу кисню в 10 л повітря, якщо густина повітря становить 1,29 г/л. Додаткові відомості, які потрібні для розв’язання задачі, візьміть із таблиці 2.

138. Відносна молекулярна маса сполуки Сульфуру з Оксигеном удвічі більша за відносну молекулярну масу кисню. Знайдіть формулу сполуки.

19 Схема хімічної реакції. Закон збереження маси речовин під час хімічної реакції. Хімічне рівняння

Матеріал параграфа допоможе вам:

- з’ясувати, що таке схема хімічної реакції;
- зрозуміти суть закону збереження маси речовин під час хімічної реакції;
- навчитися перетворювати схеми реакцій на хімічні рівняння.

Схема хімічної реакції. Існує кілька способів запису хімічних реакцій. З одним із них ви ознайомилися в § 17. Наводимо ще один приклад:

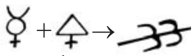
$$\text{сірка} + \text{кисень} \rightarrow \text{сірчистий газ}.$$

Такий запис дає мало інформації; зокрема, він не вказує на хімічний склад реагентів і продуктів. Цього недоліку позбавлений інший запис, який називають *схемою реакції*. У ньому замість назв речовин містяться їхні хімічні формули[1]:

$$S + O_2 \rightarrow SO_2.$$

Цікаво знати

Схеми реакцій у алхіміків виглядали так:



У схемах реакцій над стрілками часто вказують умови, за яких відбуваються перетворення: нагрівання ($\xrightarrow{t}$), підвищений тиск ($\xrightarrow{P}$), освітлення ($\xrightarrow{h\nu}$), наявність додаткових речовин ($\xrightarrow{H_2O}$). Якщо продуктом реакції є газ, то після його формули записують стрілку, направлену вгору (↑), а якщо утворюється осад, — стрілку, спрямовану донизу (↓). У тих випадках, коли і продукт, і реагент — гази або нерозчинні речовини, вертикальні стрілки не ставлять. Іноді під формулами реагентів і продуктів указують їхні назви.

Приклад схеми реакції з додатковими позначками і назвами речовин:

$$\underset{\text{крейда}}{CaCO_3} \xrightarrow{t} \underset{\text{негашене вапно}}{CaO} + \underset{\text{вуглекислий газ}}{CO_2\uparrow}.$$

▶ Назвіть хімічні елементи, якими утворені вихідна речовина і продукти цієї реакції.

Схема реакції дає змогу зробити важливий висновок: *усі хімічні елементи під час реакції зберігаються.*

Закон збереження маси речовин під час хімічної реакції. Загальновідомо, що після спалювання паперу залишається набагато менша маса попелу. Якщо ж сильно нагрівати (прожарювати) мідну пластину на повітрі, то виявимо протилежне — маса пластини

[1] Для сірки тут і далі використовуватимемо формулу S, а не S_8, яку насправді має молекула цієї речовини.

Михайло Васильович Ломоносов
(1711—1765)



Видатний російський учений, перший російський академік Петербурзької академії наук. Розробив одну з теорій будови речовин (40-ві роки XVIII ст.). Відкрив закон збереження маси речовин під час хімічних реакцій і закон збереження руху (1748—1760). Вивчав хімічні властивості металів, аналізував склад мінералів, розробив способи виготовлення мінеральних фарб, кольорового скла. Зробив вагомий внесок у розвиток «хімічної мови». Автор книжок з історії Росії, поет, художник, геолог, географ, інженер, педагог. Один із засновників першого в Росії Московського університету.

зростатиме (метал покриватиметься чорним нальотом).

Здійснимо обидва хімічні перетворення в закритих посудинах. Результати дослідів будуть іншими. Зваживши закриті посудини з речовинами до і після кожного експерименту, виявимо, що *сумарна маса речовин у результаті реакцій не змінюється*. Відповідну гіпотезу висловив у 1748 р. російський учений М. В. Ломоносов, а в 1756 р. підтвердив її, провівши серію хімічних експериментів. Не знаючи про відкриття Ломоносова, аналогічного висновку дійшов у 1789 р. французький учений А.-Л. Лавуазьє.

Ломоносов і Лавуазьє відкрили *закон збереження маси речовин під час хімічної реакції*. Його формулюють так:

маса речовин, що вступили в хімічну реакцію, дорівнює масі речовин, які утворилися в результаті реакції.

Пояснимо, чому маси попелу і прожареної міді відрізняються від мас паперу і міді до її нагрівання.

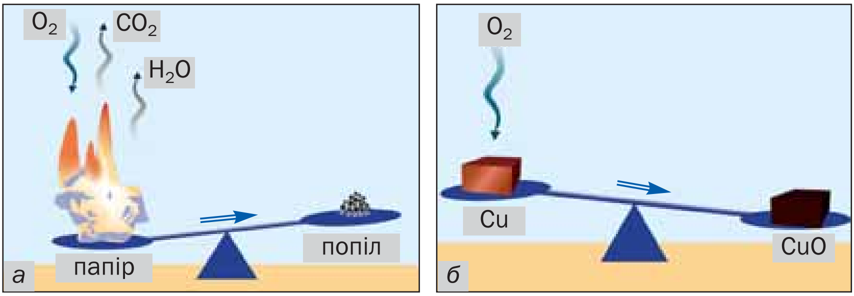
Антуан-Лоран Лавуазьє
(1743—1794)



Видатний французький хімік, один із засновників наукової хімії. Академік Паризької академії наук. Започаткував кількісні (точні) методи дослідження в хімії. Експериментально визначив склад повітря і довів, що горіння — це реакція речовини з киснем, а вода — сполука Гідрогену з Оксигеном (1774—1777). Склав першу таблицю простих речовин (1789), запропонувавши фактично класифікацію хімічних елементів. Незалежно від М. В. Ломоносова відкрив закон збереження маси речовин під час хімічної реакції.

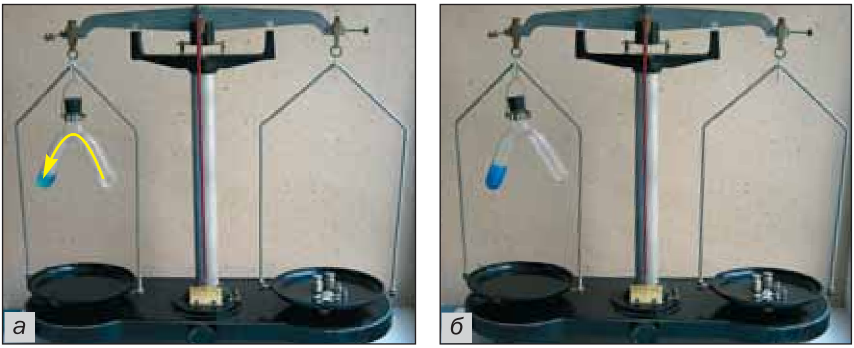
У процесі горіння речовин — компонентів паперу — бере участь кисень, який є в повітрі (мал. 51, *а*). Під час реакції крім твердих речовин попелу утворюються вуглекислий газ і вода (у вигляді пари). Ці дві речовини потрапляють у повітря і розсіюються. Оскільки їхня сумарна маса перевищує масу кисню, то маса попелу завжди буде меншою за масу паперу.

При нагріванні міді кисень повітря «сполучається» з нею (мал. 51, *б*). Метал поступово перетворюється на речовину чорного кольору (її хімічна формула — CuO, а назва — купрум(II) оксид). Тому маса продукту реакції виявляється більшою за масу міді.



Мал. 51. Реакції речовин паперу (*а*) і міді (*б*) з киснем

▶ Прокоментуйте дослід, зображений на малюнку 52, і зробіть висновок.



Мал. 52. Дослід із підтвердження закону Ломоносова — Лавуазьє: *а* — початок досліду; *б* — завершення досліду

Хімічне рівняння. Загальна маса речовин під час хімічної реакції не змінюється внаслідок того, що *атоми хімічних елементів не виникають і не зникають*. Кількість атомів кожного елемента до реакції дорівнює кількості його атомів після реакції. На це вказують схеми реакцій, наведені на початку параграфа. Замінимо в них стрілки між лівими і правими частинами на знаки рівності:

$$S + O_2 \overset{t}{=} SO_2;$$

$$CaCO_3 \overset{t}{=} CaO + CO_2\uparrow.$$

Такі записи називають *хімічними рівняннями*.

Хімічне рівняння — це запис хімічної реакції за допомогою формул реагентів і продуктів, який відповідає закону збереження маси речовин.

Схеми багатьох реакцій не узгоджуються із законом Ломоносова — Лавуазьє. Це, наприклад, стосується схеми реакції утворення води із водню і кисню:

$$H_2 + O_2 \xrightarrow{t} H_2O.$$

В обох частинах схеми міститься однакова кількість атомів Гідрогену, але різна кількість атомів Оксигену.

Перетворимо цю схему на хімічне рівняння. Для того щоб у правій частині було

два атоми Оксигену, поставимо перед формулою води коефіцієнт 2:

$$H_2 + O_2 \xrightarrow{t} 2H_2O.$$

Тепер атомів Гідрогену в правій частині стало чотири. Щоб така сама кількість атомів Гідрогену була і в лівій частині, запишемо перед формулою водню коефіцієнт 2. Отримуємо хімічне рівняння:

$$2H_2 + O_2 \overset{t}{=} 2H_2O.$$

Отже, щоб перетворити схему реакції на хімічне рівняння, потрібно зіставити кількості атомів кожного елемента у лівій і правій частинах схеми, підібрати (у разі необхідності) коефіцієнти для кожної речовини, записати їх перед хімічними формулами і замінити стрілку на знак рівності.

Можливо, хтось із вас складе таке рівняння: $4H_2 + 2O_2 = 4H_2O$. У ньому ліва і права частини містять однакові кількості атомів кожного елемента, але всі коефіцієнти можна зменшити, поділивши на 2. Це й слід зробити.

ВПРАВА. **Перетворити схему реакції $Al + H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + H_2\uparrow$ на хімічне рівняння.**

Розв'язання

У лівій частині схеми реакції міститься один атом Алюмінію, а в правій — два. Запишемо перед формулою металу коефіцієнт 2:

$$2Al + H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + H_2\uparrow.$$

Атомів Сульфуру праворуч від стрілки втричі більше, ніж ліворуч. Поставимо в ліву частину схеми перед формулою сполуки Сульфуру коефіцієнт 3:

$$2Al + 3H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + H_2\uparrow.$$

Тепер у лівій частині кількість атомів Гідрогену збільшилась до шести ($3 \cdot 2 = 6$), а в правій частині таких атомів лише два. Щоб їх і справа було шість, запишемо перед формулою водню коефіцієнт 3:

$$2Al + 3H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2\uparrow.$$

Зіставимо кількості атомів Оксигену в обох частинах схеми. Вони однакові: $3 \cdot 4 = 4 \cdot 3$. Замінюємо стрілку на знак рівності й отримуємо хімічне рівняння:

$$2Al + 3H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 3H_2\uparrow.$$

ВИСНОВКИ

Хімічні реакції записують за допомогою схем реакцій і хімічних рівнянь.

Схема реакції містить формули реагентів і продуктів, а хімічне рівняння здебільшого — ще й коефіцієнти.

Хімічне рівняння узгоджується із законом збереження маси речовин Ломоносова — Лавуазьє: маса речовин, що вступили в хімічну реакцію, дорівнює масі речовин, які утворилися в результаті реакції.

Атоми хімічних елементів під час хімічних реакцій не виникають і не зникають.

?

139. Чим відрізняється хімічне рівняння від схеми реакції?
140. Допишіть пропущені коефіцієнти в хімічних рівняннях:

а) $2B + S \overset{t}{=} B_2S_3$;
$Li_2O + 2HBr = LiBr + H_2O$;
б) $Al + HCl = 2AlCl_3 + H_2\uparrow$;
$4HNO_3 \overset{t}{=} NO_2\uparrow + O_2\uparrow + H_2O$.

141. Перетворіть на хімічні рівняння такі схеми реакцій:

а) $Cr(OH)_3 \xrightarrow{t} Cr_2O_3 + H_2O$;
$Na + H_2O \rightarrow NaOH + H_2\uparrow$;
б) $LiH + H_2O \rightarrow LiOH + H_2\uparrow$;
$Ba(OH)_2 + P_2O_5 \rightarrow Ba_3(PO_4)_2 + H_2O$.

142. Складіть формули продуктів реакцій і відповідні хімічні рівняння:

а) $Al + F_2 \xrightarrow{t} \ldots$;
$Ca + O_2 \rightarrow \ldots$;

б) $FeO + Al \xrightarrow{t} Fe + Al...O...$;

$AlBr_3 + Cl_2 \rightarrow AlCl... + Br_2$.

143. Замість крапок запишіть формули простих речовин і складіть хімічні рівняння:

а) $... + ... \xrightarrow{t} PCl_5$;

$... + ... \xrightarrow{t} B_2O_3$;

б) $... + ... \xrightarrow{h\nu} HCl$;

$... + ... \xrightarrow{t} CF_4$.

Візьміть до уваги, що бор і вуглець складаються з атомів, фтор, хлор, водень і кисень — із двохатомних молекул, а фосфор (білий) — із чотирьохатомних молекул.

144. Прокоментуйте додаткові позначки в схемах реакцій і складіть відповідні хімічні рівняння:

а) $AgCl \xrightarrow{h\nu} Ag + Cl_2\uparrow$;

$Fe_2O_3 + C \xrightarrow{t} Fe + CO_2\uparrow$;

б) $N_2 + H_2 \xrightarrow{t,\ Pt} NH_3$;

$Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3\downarrow + NaOH$.

145. Яку масу негашеного вапна було добуто при тривалому прожарюванні 25 г крейди, якщо крім вапна утворилося 11 г вуглекислого газу?

20 Добування кисню

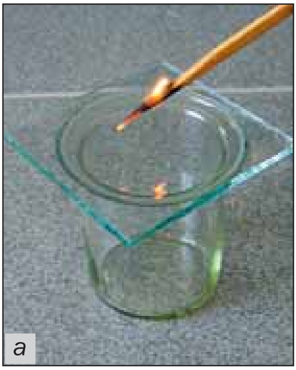
Матеріал параграфа допоможе вам:

- порівняти методи добування кисню у промисловості і лабораторії ;
- з'ясувати, що таке реакція розкладу;
- зрозуміти особливості способів збирання кисню, добутого під час досліду.

Відкриття кисню. Кисень був відкритий у другій половині XVIII ст. кількома вченими різних країн. Першим цей газ добув шведський хімік К.-В. Шеєле в 1772 р., а через два роки, не знаючи про досліди попередника, —

англійський хімік Дж. Прістлі. У 1775 р. французький учений А.-Л. Лавуазьє дослідив кисень і дав йому назву oxygen.

Кисень можна виявити за допомогою жевріючої скіпки. Вміщена в посудину із цим газом, вона яскраво спалахує (мал. 53).





Мал. 53. Виявлення кисню: *а* — жевріюча скіпка на повітрі; *б* — спалахування скіпки в кисні

Добування кисню в промисловості. Невичерпним джерелом кисню є повітря. Щоб добути з нього кисень, треба відокремити цей газ від азоту та інших газів. На такій ідеї ґрунтується промисловий метод добування кисню. Його реалізують, використовуючи спеціальну, досить громіздку апаратуру. Спочатку повітря сильно охолоджують до перетворення його на рідину. Потім температуру зрідженого повітря поступово підвищують. Першим із нього починає виділятися газ азот (температура кипіння рідкого азоту становить −196 °C). Рідина, що залишається, поступово збагачується на кисень (температура кипіння кисню −183 °C).

Рідкий кисень транспортують у спеціальних сталевих резервуарах, що мають подвійні стінки, між якими створено вакуум (для ефективної теплоізоляції). Газуватим киснем наповнюють під високим тиском балони; їх фарбують у блакитний колір (мал. 54).

Добування кисню в лабораторії. Кисень добувають у лабораторії, здійснюючи певні хімічні реакції.



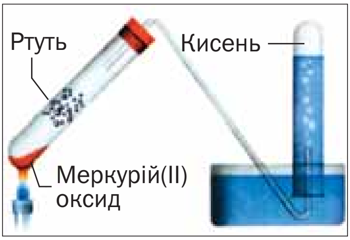
Мал. 54. Балон із киснем

Дж. Прістлі добув кисень зі сполуки, назва якої — меркурій(II) оксид. Учений нагрівав сполуку за допомогою скляної лінзи, яка фокусувала сонячне світло на речовині.

У сучасному виконанні цей дослід зображено на малюнку 55. Жовтий порошок меркурій(II) оксиду[1] під час нагрівання перетворюється на ртуть і кисень. Ртуть виділяється в газоподібному стані й конденсується на стінках пробірки у вигляді сріблястих крапель. Кисень накопичується в другій пробірці (її попередньо заповнюють водою).

Хімічне рівняння цієї реакції:

$$2HgO \overset{t}{=} 2Hg + O_2\uparrow.$$



Мал. 55. Добування кисню нагріванням меркурій(II) оксиду

Нині метод Прістлі не використовують через токсичність парів ртуті. Кисень добувають за допомогою інших реакцій, подібних до щойно розглянутої. Вони, як правило, відбуваються при нагріванні.

[1] У багатьох хімічних назвах, які складаються із двох слів, відмінюється лише друге слово.

Реакції, під час яких із однієї речовини утворюється кілька інших, називають *реакціями розкладу*.

Для добування кисню в лабораторії найчастіше використовують такі оксигеновмісні сполуки:

- калій перманганат $KMnO_4$ (побутова назва — марганцівка; водний розчин речовини є дезінфікуючим засобом)

$$2KMnO_4 \overset{t}{=} K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2\uparrow;$$

- калій хлорат $KClO_3$ (інша назва — бертолетова сіль, на честь французького хіміка кінця XVIII — початку XIX ст. К. Л. Бертолле)

$$2KClO_3 \overset{t,\, MnO_2}{=} 2KCl + 3O_2\uparrow.$$

Щоб розклад калій хлорату відбувався з виділенням кисню, до сполуки додають невелику кількість манган(IV) оксиду MnO_2 (цю хімічну формулу записано над знаком рівності в хімічному рівнянні)[1].

Речовину, яка спричиняє перебіг реакції або прискорює її, залишаючись після реакції незмінною, називають *каталізатором*[2].

Манган(IV) оксид у ролі каталізатора використовують також при добуванні кисню із водного розчину гідроген пероксиду H_2O_2 (інша назва — перекис водню). Якщо у цей розчин додати невелику кількість указаної сполуки Мангану, спостерігатимемо інтенсивне виділення кисню[3]. Реакція відбувається згідно з рівнянням

$$2H_2O_2 \overset{MnO_2}{=} 2H_2O + O_2\uparrow.$$

---

[1] Якщо сполуку Мангану не добавляти, відбувається інша реакція.
[2] Термін походить від грецького слова katalysis — руйнування.
[3] Гідроген пероксид без каталізатора розкладається дуже повільно.

Кисень можна добути розкладом натрій нітрату $NaNO_3$ або калій нітрату KNO_3. Ці сполуки під час нагрівання спочатку плавляться, а потім розкладаються:

$$NaNO_3 \xrightarrow{t} NaNO_3 + O_2\uparrow;$$

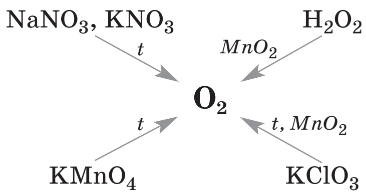
$$KNO_3 \xrightarrow{t} KNO_2 + O_2\uparrow.$$

▶ Перетворіть схеми реакцій на хімічні рівняння.

Відомості про те, як можна добути кисень у лабораторії, узагальнює схема 5.

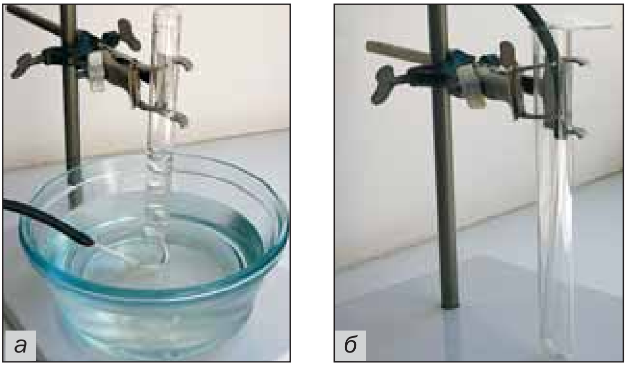
Схема 5

Лабораторні методи добування кисню



Способи збирання кисню. На малюнках 55 і 56, *а* показано, як збирають кисень, витискуючи ним воду із посудини. Це вдається зробити, бо кисень розчиняється у воді дуже слабко. Зібраний таким способом газ містить домішку водяної пари.

Інший спосіб збирання кисню полягає у витисненні ним повітря із посудини. Оскіль-



Мал. 56. Збирання кисню: *а* — витисненням води; *б* — витисненням повітря

ки кисень трохи важчий за повітря, пробірку або колбу розміщують донизу дном і накривають скляною пластинкою або шматком картону чи пластику (мал. 56, *б*).

ВИСНОВКИ

Кисень було відкрито наприкінці XVIII ст. кількома вченими.

Кисень добувають у промисловості з повітря, а в лабораторії — за допомогою реакцій розкладу деяких оксигеновмісних сполук.

Реакції, під час яких з однієї речовини утворюється щонайменше дві, називають реакціями розкладу.

У лабораторії кисень збирають витисненням із посудини води або повітря.

?

146. Як добувають кисень у промисловості? Чому, на вашу думку, для цього не використовують калій перманганат, гідроген пероксид?
147. Які реакції називають реакціями розкладу?
148. Перетворіть на хімічні рівняння схеми реакцій, під час яких утворюється кисень:

а) $Ag_2O \xrightarrow{t} Ag + O_2\uparrow$;

$Mn_2O_7 \xrightarrow{t} MnO_2 + O_2\uparrow$;

б) $Cu(NO_3)_2 \xrightarrow{t} CuO + NO_2\uparrow + O_2\uparrow$;

$Ag_2CO_3 \xrightarrow{t} Ag + CO_2\uparrow + O_2\uparrow$.

149. Що таке каталізатор?
150. Якими способами можна збирати кисень під час його добування в лабораторії? На яких фізичних властивостях кисню ґрунтується кожний спосіб? В якому разі візуально не можна встановити момент, коли посудина повністю заповнена киснем?
151. На малюнку 57 зафіксовано момент розкладу білої твердої речовини — кадмій нітрату $Cd(NO_3)_2$. Уважно розгляньте малюнок і опишіть, що відбувається під час реакції. Чому спалахує жевріюча скіпка? Складіть відповідне хімічне рівняння.



Мал. 57.
Розкладання речовини під час нагрівання

152. Масова частка Оксигену в залишку після нагрівання калій нітрату KNO_3 становила 40 %. Чи повністю розклалася ця сполука?
153. Підготуйте за матеріалами з інтернету короткі повідомлення про наукові здобутки хіміків К.-В. Шеєле, Дж. Прістлі та К. Л. Бертолле.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4
Добування кисню, збирання і доведення його наявності

Перед виконанням роботи уважно прочитайте правила роботи і безпеки в хімічному кабінеті (с. 17, 28).

Будьте обережними з вогнем.

Складання приладу. Прилад для добування газу складається із пробірки та гумової пробки з отвором, у який вставлена трубка (її називають газовідвідною). Зберіть його (мал. 58). Для цього щільно закрийте пробірку пробкою з газовідвідною трубкою, ніби вкручуючи пробку. Не докладайте надмірних зусиль, щоб не тріснуло скло.

Перевірка приладу на герметичність. У невелику склянку налийте води до половини її об'єму. Кінець газовідвідної трубки занурте у воду і зігрійте пробірку



Мал. 58. Прилад для добування газу



Мал. 59. Перевірка приладу на герметичність



Мал. 60. Добування кисню

рукою (мал. 59). Якщо з'єднання пробірки, пробки і трубки герметичні, то за кілька секунд із трубки виходитимуть бульбашки повітря. (Об'єм будь-якого газу при підвищенні температури зростає.) Якщо повітря з трубки не виділяється, роз'єднайте частини приладу, а потім знову з'єднайте їх. Можна замінити пробірку або пробку з газовідвідною трубкою на інші — більшого чи меншого розміру.

Добування і збирання кисню. Розберіть прилад. Налийте у пробірку (до 1/4—1/3 її об'єму) розчин гідроген пероксиду і додайте до нього трохи порошку манган(IV) оксиду. Що спостерігаєте? Одразу закрийте пробірку пробкою з газовідвідною трубкою, поставте у штатив для пробірок[1], а кінець трубки опустіть до дна іншої пробірки (мал. 60).

Виявлення кисню. Запаліть спиртівку чи сухе пальне, підпаліть від полум'я довгу дерев'яну скіпку і пригасіть її (як це ви робите із сірником), щоб вона ледве жевріла. За допомогою скіпки доведіть, що зібраний газ — кисень.

---

[1] Або закріпіть пробірку вертикально в лабораторному штативі за допомогою лапки.

По завершенні експерименту погасіть скіпку, розберіть прилад, вилийте вміст пробірки в спеціальну посудину і вимийте пробірку.

Назви етапів роботи, спостереження, висновки, а також рівняння реакції розкладу гідроген пероксиду запишіть у таблицю:

Назва етапу роботи	Спостереження	Висновки
...	...	...
Рівняння реакції:		

?

154. Що відбуватиметься із жевріючою скіпкою, якщо пробірка буде заповнена киснем частково?
155. Як можна видалити зібраний кисень із пробірки?

ДОМАШНІЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

Каталітична дія речовин, які містяться в овочах і м'ясі, на розклад гідроген пероксиду

Виконавши практичну роботу № 4, ви пересвідчились у тому, що манган(IV) оксид є каталізатором розкладу гідроген пероксиду. Пропонуємо вам перевірити, чи містяться в овочах і м'ясі речовини, які також каталізують цю реакцію.

Підготуйте невеликі шматочки свіжих овочів (картоплі, моркви, буряка, чорної редьки, кореня селери тощо), а також м'яса. Нанесіть на кожний шматочок по 2—3 краплі розчину гідроген пероксиду (цей розчин можна придбати в аптеці). Що спостерігаєте? На якому зразку (зразках) кисень виділяється найбільш інтенсивно?

Проведіть такий самий експеримент із відвареними шматочками овочів і м'яса. Чи спостерігаєте виділення газу? Якщо ні, то чому, на вашу думку, отримано інший результат?

21 Хімічні властивості кисню: реакції з простими речовинами. Оксиди

Матеріал параграфа допоможе вам:

- оцінити здатність кисню вступати в реакції з металами і неметалами;
- з'ясувати, що таке реакція сполучення і які сполуки називають оксидами;
- навчитися складати формули оксидів і називати ці сполуки.

Хімічні властивості кожної речовини виявляються в хімічних реакціях за її участю.

Кисень — один із найактивніших неметалів. Але за звичайних умов він реагує з небагатьма речовинами. Його реакційна здатність істотно зростає з підвищенням температури.

Реакції кисню з простими речовинами. Кисень взаємодіє (як правило — при нагріванні) з більшістю неметалів і майже з усіма металами.

***Реакція з вуглецем (вугіллям)*.** Відомо, що вугілля, нагріте на повітрі до високої температури, загоряється. Це свідчить про перебіг хімічної реакції речовини з киснем.

Основним продуктом згоряння вугілля є вуглекислий газ CO_2. Вугілля — суміш багатьох речовин. Масова частка Карбону в ньому перевищує 80 %. Вважаючи, що вугілля складається лише з атомів Карбону, напишемо відповідне хімічне рівняння:

$$C + O_2 \overset{t}{=} CO_2.$$

Вуглекислий газ може містити домішку чадного газу — продукту іншої реакції:

$$2C + O_2 \overset{t}{=} 2CO.$$

Прості речовини Карбону графіт і алмаз (їх узагальнена хімічна назва — вуглець) взаємодіють із киснем так само, як і вугілля.

Реакцію, в якій беруть участь кілька речовин, а утворюється одна, називають *реакцією сполучення*.

Реакція з воднем. Якщо газ водень, що утворюється під час відповідної реакції в пробірці й виходить у повітря через тонку газовідвідну трубку, підпалити, то він горітиме ледь помітним полум'ям. Єдиним продуктом такої реакції є вода. Це можна довести, помістивши над полум'ям скляну пластинку. На ній з'являтимуться краплинки води внаслідок конденсації водяної пари.

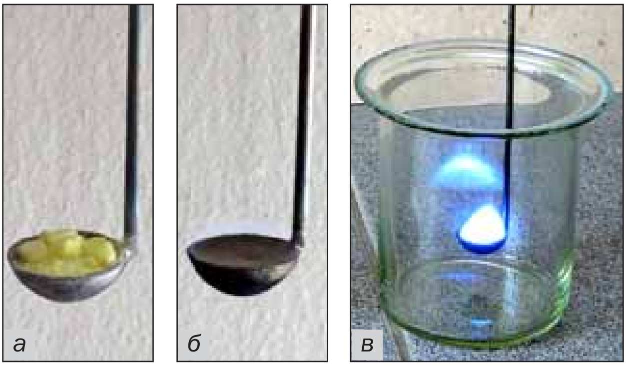
▶ Складіть рівняння реакції горіння водню.

Суміш водню з повітрям або киснем при підпалюванні вибухає.

Реакція із сіркою. Таке хімічне перетворення здійснює кожний, коли запалює сірник; сірка входить до складу голівки сірника. У лабораторії реакцію кисню із сіркою проводять у витяжній шафі. Невелику кількість сірки (мал. 61, *а*) нагрівають у залізній ложці. Речовина спочатку плавиться, а потім загоряється внаслідок взаємодії з киснем повітря і горить ледь помітним блакитним полум'ям (мал. 61, *б*). З'являється різкий запах продукту реакції — сірчистого газу (цей запах ми відчуваємо в момент загоряння сірника). Хімічна формула сірчистого газу — SO_2, а рівняння реакції —

$$S + O_2 \overset{t}{=} SO_2.$$

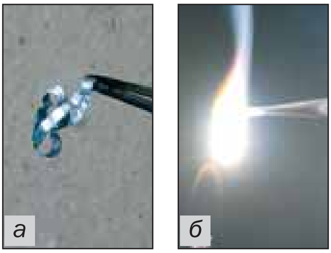
Якщо ложку із сіркою, що горить, помістити в посудину з киснем, то сірка горітиме яскравішим полум'ям (мал. 61, *в*), ніж на повітрі. Це й зрозуміло, бо чистий кисень, на відміну від повітря, містить лише молекули O_2.



Мал. 61. Сірка (*а*) та її горіння на повітрі (*б*) й у кисні (*в*)

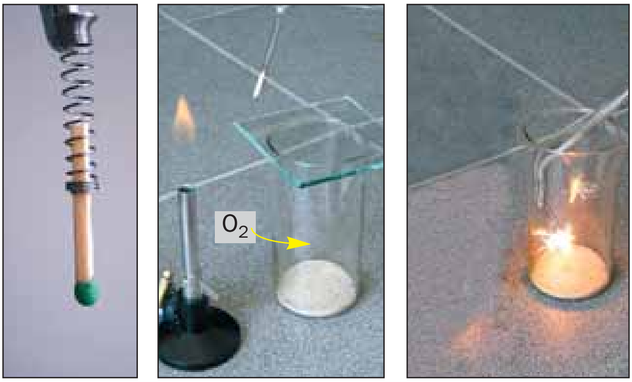
Реакція з магнієм. Раніше цю реакцію використовували фотографи для створення миттєвого потужного освітлення («магнієвий спалах») під час фотозйомки. У хімічній лабораторії відповідний дослід проводять так. Металевим пінцетом беруть магнієву стрічку і підпалюють на повітрі. Магній горить сліпучо-білим полум'ям (мал. 62). Внаслідок реакції утворюється біла тверда речовина — сполука Магнію з Оксигеном.

▶ Складіть рівняння реакції магнію з киснем.



Мал. 62. Магній (*а*) та його горіння на повітрі (*б*)

Реакція із залізом. Сильно розігріте залізо в чистому кисні горить. Дослід зі спалювання леза або сталевої пружинки є дуже ефектним. На пружинці закріплюють сірник (мал. 63). Потім пружинку затискують у лабораторних щипцях. Сірник спрямовують голівкою донизу і підпалюють. Коли полум'я досягне пружинки, її відразу переносять у склянку з киснем. Дно посудини заздалегідь засипають



Мал. 63. Горіння сталевої пружинки в кисні

шаром піску, щоб на скло не потрапили краплі розплавленого металу. Пружинка згоряє в кисні, розкидаючи іскри на всі боки (це нагадує процес зварювання металу):

$$3Fe + 2O_2 \overset{t}{=} Fe_3O_4.$$

Формулу продукту реакції можна записати й так: $FeO \cdot Fe_2O_3$. Крапка між двома хімічними формулами означає, що це не суміш сполук Феруму, а одна, індивідуальна сполука. Її поширена назва — залізна окалина.

Реакція з міддю. Якщо нагрівати на повітрі мідну дротинку або пластинку з очищеною до блиску поверхнею, то побачимо поступову зміну її темно-червоного («мідного») кольору на темно-сірий. Такий колір має плівка сполуки Купруму з Оксигеном, що утворюється на металі внаслідок реакції

$$2Cu + O_2 \overset{t}{=} 2CuO.$$

Оксиди. Продуктами всіх реакцій, розглянутих у параграфі, є бінарні сполуки елементів з Оксигеном.

Сполуку, утворену двома елементами, одним із яких є Оксиген, називають *оксидом*.

Склад майже всіх оксидів відповідає загальній формулі $\boldsymbol{E_mO_n}$, у якій індекс m може набувати значень 1 або 2.

Кожний оксид має хімічну назву, а деякі — ще й традиційні, або тривіальні[1], назви (табл. 3). Хімічна назва оксиду складається із двох слів. Першим словом є назва відповідного елемента, а другим — слово «оксид». Якщо елемент має змінну валентність, то він може утворювати кілька оксидів. Зрозуміло, що їхні назви мають відрізнятися. Для цього після назви елемента вказують (без відступу) римською цифрою в дужках значення його валентності в оксиді. Приклад такої назви сполуки: хром(III) оксид (читається «хром-три-оксид»).

Таблиця 3

Формули і назви деяких оксидів

Формула	**Назва**	
	традиційна (тривіальна)	**хімічна**
CO_2	Вуглекислий газ	Карбон(IV) оксид
CO	Чадний газ	Карбон(II) оксид
CaO	Негашене вапно	Кальцій оксид

У хімічних назвах оксидів відмінюється лише друге слово: магній оксиду, ферум(III) оксидом.

Якщо елемент виявляє змінну валентність, то оксид, у якому значення валентності цього елемента є для нього максимальним, називають вищим. Вищий оксид Карбону — сполука з формулою CO_2.

ВИСНОВКИ

Кисень — хімічно активна речовина. Він взаємодіє з більшістю простих речовин. Продуктами таких реакцій є сполуки елементів з Оксигеном — оксиди.

Реакції, внаслідок яких із кількох речовин утворюється одна, називають реакціями сполучення.

[1] Слово походить від латинського trivialis — звичайний.

?

156. Чим різняться реакції сполучення і розкладу?
157. Виберіть серед наведених формул ті, що відповідають оксидам: O_2, $NaOH$, H_2O, HCl, I_2O_5, BaO.
158. Встановіть відповідність:

Формула оксиду	*Назва оксиду*
1) FeO;	а) ферум(III) оксид;
2) Fe_2O_3;	б) ферум(II, III) оксид;
3) Fe_3O_4;	в) ферум(II) оксид.

159. Дайте хімічні назви оксидам із такими формулами: NO, Ti_2O_3, Cu_2O, Cl_2O_7, V_2O_5, CrO_3. Зважте на те, що елементи, які утворюють ці оксиди, мають змінну валентність.
160. Запишіть формули плюмбум(IV) оксиду, хром(III) оксиду, хлор(I) оксиду, осмій(VIII) оксиду.
161. Допишіть формули простих речовин у схемах реакцій і складіть хімічні рівняння:
   а) … + … → NO;   в) … + … → Al_2O_3;
   б) … + … → CaO;   г) … + … → Li_2O.
162. Назвіть усі можливі значення індексу *n* у загальній формулі оксидів E_mO_n, якщо: а) $m = 1$; б) $m = 2$.
163. Обчисліть масову частку Оксигену в бор оксиді.
164. Дві колби заповнили киснем. В одній колбі спалили магній, узятий в надлишку, а в іншій — надлишок сірки. Під час горіння речовин посудини були герметично закриті. У якій колбі утворився вакуум? Відповідь поясніть.

22 Хімічні властивості кисню: реакції зі складними речовинами. Процеси окиснення

Матеріал параграфа допоможе вам:

- оцінити здатність кисню вступати в реакції з деякими складними речовинами;
- порівняти процеси горіння і окиснення;
- з'ясувати умови, необхідні для горіння речовин, а також для припинення цього процесу.

Реакції кисню зі складними речовинами. Кисень може взаємодіяти не лише з простими, а й зі складними речовинами. Такі реакції відбуваються, наприклад, коли горить етиловий спирт, ацетон, природний газ (він складається переважно з метану) тощо.

Молекула метану CH_4 містить атоми Карбону і Гідрогену, а молекула етилового спирту C_2H_5OH — ще й атом Оксигену. Внаслідок взаємодії цих речовин із киснем утворюються оксиди Карбону і Гідрогену — вуглекислий газ і вода (в газуватому стані):

$$CH_4 + 2O_2 \overset{t}{=} CO_2 + 2H_2O;$$

$$C_2H_5OH + 3O_2 \overset{t}{=} 2CO_2 + 3H_2O.$$

Ці оксиди виділяються також при спалюванні деревини, нафтопродуктів, багатьох інших органічних речовин.

Гідроген сульфід, або сірководень, — газ, що має формулу H_2S. За наявності кисню чи надлишку повітря він горить з утворенням сірчистого газу і водяної пари:

$$H_2S + O_2 \xrightarrow{t} SO_2 + H_2O.$$

▶ Перетворіть схему реакції на хімічне рівняння.

Кисень взаємодіє з деякими оксидами. Продуктами таких реакцій є інші оксиди, в яких елементи виявляють вищі значення валентності, ніж у вихідних сполуках. Наприклад, чадний газ, взаємодіючи з киснем, перетворюється на вуглекислий газ:

$$2CO + O_2 \overset{t}{=} 2CO_2.$$

Горіння. Реакції, розглянуті щойно, а також у попередньому параграфі, супроводжуються однаковими зовнішніми ефектами.

Хімічну реакцію, під час якої виділяється теплота і з’являється полум’я, називають *горінням*.

Яскраве полум’я зумовлене світінням розжарених часточок речовин, які згоряють або утворюються під час реакції.

Для того щоб горюча речовина загорілася, необхідні такі умови:

- наявність кисню (повітря);
- нагрівання речовини до температури самозаймання (для бензину вона становить приблизно 220 °С, сухої деревини 250—300 °С, вугілля — понад 600 °С).

Якщо не виконується хоча б одна з умов, то горіння не відбувається. Це беруть до уваги під час роботи з вогненебезпечними речовинами, а також при гасінні пожеж.

Речовину або предмети, що горять, можна загасити водою, засипати піском чи землею, накрити їх ковдрою чи спрямувати на них струмінь вуглекислого газу (він важчий за повітря й не підтримує горіння) (мал. 64).



Мал. 64. Гасіння полум’я: *а* — водою; *б* — піском; *в* — вуглекислим газом

У лабораторіях, на підприємствах із цією метою використовують вогнегасники (мал. 65).



Мал. 65. Вогнегасник і його використання

Зауважимо, що водою не можна гасити бензин, гас, нафту. Ці рідини не розчиняються у

воді і, будучи легшими за неї, спливають і продовжують горіти, залишаючись у контакті з повітрям.

У шкільному хімічному кабінеті є такі протипожежні засоби: вогнегасник, ковдра, ящик з піском.

Окиснення. Речовина, взаємодіючи з киснем, зазнає *окиснення*, тобто змінюється за участю кисню.

Перебіг багатьох реакцій за участю кисню є тривалим і не супроводжується появою полум'я. Ці хімічні перетворення називають *повільним окисненням*. Приклад такої реакції — взаємодія міді з киснем при її нагріванні на повітрі (с. 114, 130).

Повільним окисненням зумовлене ржавіння заліза, скисання молока, фруктових і ягідних соків, згіркнення вершкового масла, псування багатьох інших харчових продуктів. Поступове потемніння м'якоті розрізаного яблука спричинене взаємодією сполук Феруму(II) з киснем і утворенням сполук Феруму(III).

Деякі процеси окиснення проходять швидко, але без появи полум'я. Серед них — взаємодія кисню з алюмінієм за звичайних умов. Її наслідком є утворення на поверхні металу дуже тонкої безбарвної плівки оксиду.

▶ Складіть відповідне хімічне рівняння.

Реакції речовин із киснем, які не супроводжуються горінням, використовують у кольоровій металургії, хімічній промисловості.

ВИСНОВКИ

Кисень взаємодіє з деякими складними речовинами.

Частина реакцій за участі кисню відбувається з виділенням значної кількості теплоти і появою полум'я; це — реакції горіння.

Умовами, необхідними для горіння, є наявність кисню і нагрівання горючої речовини до певної температури. Щоб загасити полум'я, потрібно усунути хоча б одну із цих умов.

Взаємодіючи з киснем, речовина зазнає окиснення. Багато таких реакцій проходить повільно і без появи полум'я.

?

165. Яке явище називають горінням? Назвіть умови, необхідні для перебігу цього процесу.
166. Чи можна вважати, що в електролампочці відбувається реакція горіння металевої (вольфрамової) спіралі? Чому?
167. Якими способами можна загасити полум'я?
168. Зіставте значення термінів «горіння», «окиснення» і скажіть, який із них є більш загальним. Відповідь поясніть.
169. Допишіть формули простої речовини у схемах реакцій і складіть хімічні рівняння:

$$NO + \ldots \rightarrow NO_2; \qquad CS_2 + \ldots \xrightarrow{t} CO_2 + SO_2.$$

170. Перетворіть схеми реакцій на хімічні рівняння:

а) $FeO + O_2 \xrightarrow{t} Fe_2O_3;$

$SiH_4 + O_2 \xrightarrow{t} SiO_2 + H_2O;$

б) $Mn_2O_3 + O_2 \xrightarrow{t} MnO_2;$

$NH_3 + O_2 \xrightarrow{t} N_2 + H_2O.$

171. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити такі «ланцюжки» перетворень:

а) $C \rightarrow CO \rightarrow CO_2;$

б) $S \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3.$

172. Складіть рівняння реакцій горіння на повітрі ацетону $(CH_3)_2CO$ та етеру $(C_2H_5)_2O$.
173. У трьох посудинах без етикеток містяться повітря, кисень і вуглекислий газ. Як можна визначити вміст кожної посудини?

НА ДОЗВІЛЛІ

Гасіння полум'я

На дно склянки насипте чайну ложку харчової соди і додайте 2—3 столові ложки оцту. Одразу починається реакція з бурхли-

вим виділенням вуглекислого газу. Після того як вона закінчиться (через 2—3 хв.), запаліть закріплений на дротині сірник і повільно опускайте у склянку. Що спостерігаєте?

23 Небезпечні речовини та їх маркування

Матеріал параграфа допоможе вам:

- усвідомити небезпеку, яку можуть становити речовини при їх використанні або зберіганні;
- з'ясувати зміст попереджувальних знаків на упаковках із речовинами.

Речовини і небезпека. Людина у своєму житті постійно стикається з багатьма речовинами. Серед них трапляються такі, які становлять певну небезпеку для людини. Одні речовини можуть спричинити пожежу, інші — завдати шкоди здоров'ю. Про це слід пам'ятати, не лише проводячи досліди в шкільному хімічному кабінеті, а й використовуючи різні речовини та розчини в повсякденному житті — під час ремонту квартири, прання, чищення одягу, боротьби зі шкідниками та хворобами рослин на присадибній ділянці тощо.

Серйозну небезпеку становлять горючі речовини — природний газ, органічні розчинники, нафтопродукти, більшість полімерів. Легко займаються папір, деревна тирса, борошно.

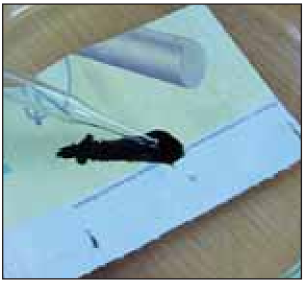
Деякі речовини та їхні суміші можуть спричинити вибух. Кожен, хто користується газовою плитою, має знати: не можна допускати надходження газу в приміщення. Суміш навіть невеликої його кількості з повітрям вибухає від іскри або запаленого сірника

(мал. 66). Вибухонебезпечними є суміші повітря і парів нафтопродуктів, багатьох органічних розчинників.

Серед речовин трапляються такі, що мають високу хімічну активність. Вони руйнують деревину, роз'їдають тканини, полімерні матеріали, спричиняють корозію металів. До них, зокрема, належать луги, деякі кислоти[1] (мал. 67). Такі речовини часто називають їдкими.



Мал. 66. Наслідки вибуху газу



Мал. 67. Дія сульфатної кислоти на папір

Чимало речовин є токсичними. Вони подразнюють шкіру, слизові оболонки, спричиняють хімічні опіки. Потрапляння багатьох речовин в організм разом із повітрям, питною водою, харчовими продуктами може призвести до отруєння.

Не забуваймо й про те, що деякі речовини штучного походження негативно впливають на навколишнє середовище, забруднюють повітря, воду, ґрунт, пригнічують ріст рослин, завдають шкоди живим істотам. Через це не можна висипати на землю залишки невикористаних речовин, виливати у водойми різні рідини та розчини, залишати просто неба відходи полімерних матеріалів і будівельне сміття.

[1] Про луги та кислоти йдеться в останньому розділі підручника.

Маркування небезпечних речовин. З метою попередження людей про небезпеку, яку можуть створити речовини під час зберігання і використання, на етикетках, упаковках, контейнерах запроваджено відповідне маркування. Кожний знак небезпеки містить чорне символічне зображення (мал. 68).



Мал. 68. **Найпоширеніші знаки небезпеки на упаковках із речовинами**

Часто знаки небезпеки доповнюють словесними застереженнями або рекомендаціями. Приклади таких написів: «Зберігати подалі від джерел тепла», «Запобігати потраплянню на шкіру і в очі», «Використовувати лише в добре провітрюваному приміщенні», «Під час використання не палити», «Працювати в гумових рукавицях».

ВИСНОВКИ

Багато речовин становить небезпеку для людей і довкілля. Серед них є горючі, легкозаймисті, вибухонебезпечні, їдкі речовини. Значна їх кількість при невмілому поводженні може завдати шкоди здоров’ю людини. Чимало відходів різного походження забруд-

нюють навколишнє середовище, негативно впливають на живі організми.

З метою інформування про характер небезпеки, яку несуть речовини, запроваджено їх маркування.

?

174. Яких правил безпеки, що стосуються роботи учнів у шкільному хімічному кабінеті (с. 28), слід дотримуватися вдома, використовуючи засоби побутової хімії?
175. Знайдіть позначки небезпеки або відповідні написи на упаковках або ємностях із речовинами, їхніми сумішами або розчинами, що зберігаються у вас вдома. Зробіть на уроці коротке повідомлення про те, як потрібно поводитися з кожним хімічним засобом.
176. Про що, на вашу думку, свідчать позначки, наведені на малюнках?



24 Колообіг Оксигену в природі. Біологічна роль і застосування кисню

Матеріал параграфа допоможе вам:

- зрозуміти суть колообігу Оксигену в природі;
- систематизувати відомості про біологічну роль кисню та його застосування;
- з’ясувати захисну роль озону атмосфери щодо живих організмів;

➢ усвідомити важливість охорони повітря від забруднень.

Кожної миті на Землі відбувається безліч фізичних і хімічних перетворень. Деякі зміни в природі є циклічними, тобто такими, що періодично повторюються.

Частина змін, які відбуваються з речовинами на планеті, зумовлена хімічними реакціями.

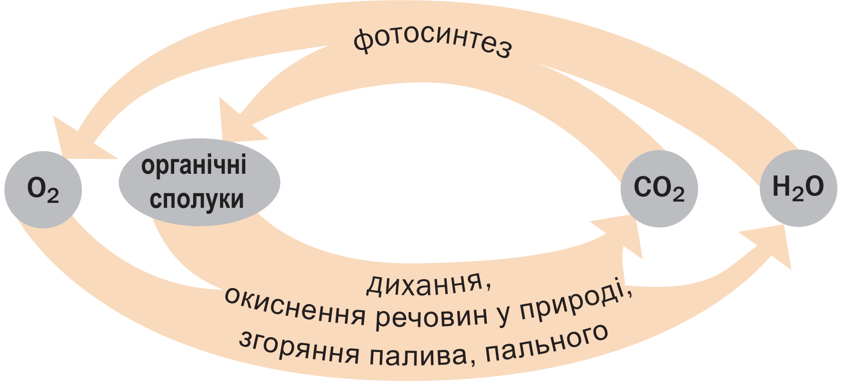
Сукупність процесів у природі, під час яких атоми[1] елемента внаслідок хімічних реакцій переходять від одних речовин до інших, називають *колообігом елемента*.

Колообіг Оксигену. Якщо головною речовиною в колообігу Оксигену обрати кисень, то можна виокремити такі ланки цього глобального процесу (схема 6):

- утворення кисню (фотосинтез, розклад води у верхніх шарах атмосфери);
- витрачання кисню (дихання, окиснення речовин у природі та в технологічних процесах, під час пожеж та згоряння палива і пального);
- взаємоперетворення оксигеновмісних сполук.

Схема 6

Колообіг Оксигену

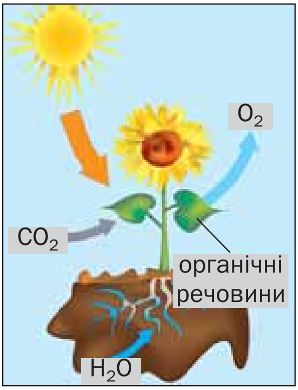


[1] Або йони.

Цікаво знати
Унаслідок фотосинтезу в атмосферу щороку потрапляє 200 млрд т кисню.

Фотосинтез, під час якого утворюється кисень, є складним процесом. Він відбувається в зеленому листі рослин на сонячному світлі за участю вуглекислого газу, що міститься в повітрі, а також води, деяких речовин із ґрунту. Його продуктами є органічні речовини, які накопичуються в рослинах, і кисень, що надходить в атмосферу (мал. 69). Спрощена схема фотосинтезу в рослинах:

$$CO_2 + H_2O \xrightarrow{h\nu} \text{органічні речовини} + O_2.$$
(глюкоза, крохмаль та ін.)



Мал. 69.
Фотосинтез

Незмінність вмісту кисню в атмосфері свідчить про те, що процеси витрачання й утворення кисню компенсують один одного.

Оксиген сприяє колообігу інших елементів (наприклад, Карбону, Нітрогену, Сульфуру), оскільки входить до складу великої кількості сполук.

Біологічна роль кисню. Кожний знає, що життя без кисню на нашій планеті неможливе. Під час дихання в легені надходить повітря. Кисень, що міститься в ньому, сполучається з гемоглобіном крові. Продукт цієї реакції розноситься кров'ю в усі органи і тканини, де окиснює різні органічні речовини. При цьому він перетворюється на гемоглобін, який разом із кров'ю повертається в легені, де знову спо-

лучається з киснем. Процеси окиснення приводять до утворення речовин, яких потребує організм для свого росту і розвитку. Деякі такі реакції супроводжуються виділенням теплоти, завдяки чому температура тіла підтримується постійною.

До складу повітря, яке видихає людина, входить вуглекислий газ. Його і воду вважають продуктами повного окиснення оксигеновмісних органічних речовин:

$$\underset{\text{глюкоза}}{C_6H_{12}O_6} + 6O_2 = 6CO_2 + 6H_2O.$$

Застосування кисню. Кисень використовують у різних галузях і у великих кількостях (схема 7). У металургії цей газ прискорює процес виплавляння сталі, покращує її якість. Кисень необхідний у виробництві багатьох хімічних сполук. Його використовують у спеціальних пристроях для різання і зварювання металів. Без балонів, наповнених киснем або його сумішами з азотом, інертним газом гелієм, не можуть працювати космонавти, пожежники, водолази, військові льотчики. Кисневі подушки застосовують при деяких захворюваннях для полегшення дихання. За допомогою зрідженого кисню створюють необхідні умови для згоряння пального в космічних ракетах.

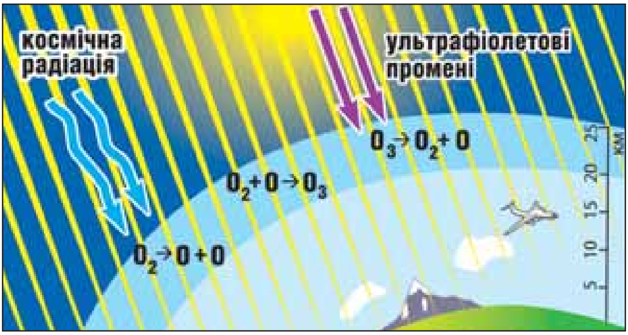
Схема 7

Застосування кисню



Широке використання має й кисень, який міститься в повітрі. За його участі згоряє паливо на теплоелектростанціях, пальне у двигунах автомобілів, випалюють руди на заводах кольорової металургії, здійснюють інші технологічні процеси.

Озон. Крім кисню, Оксиген утворює ще одну просту речовину — озон O_3. За звичайних умов це безбарвний газ із різким запахом (назва речовини походить від грецького слова ozon — той, що має запах). Його в природі надзвичайно мало. Майже весь озон міститься в шарі атмосфери, нижня межа якого проходить на висоті приблизно 20 км, а верхня — 25 км. Це так званий *озоновий шар* (мал. 70). Вміст озону в ньому за об'ємом не перевищує 0,0003 %. Якби можна було зібрати весь озон атмосфери біля земної поверхні, то шар цього газу був би завтовшки всього 2—3 мм.



Мал. 70.
Озоновий шар

У повітрі озон утворюється із кисню під впливом космічної радіації або електричних розрядів (коли виникають блискавки)[1]:

$$3O_2 = 2O_3.$$

Озон — нестійка речовина. Він досить швидко перетворюється на кисень, поглинаючи при цьому частину ультрафіолетових променів

[1] У лабораторному досліді на озон вдається перетворити не більше 10 % кисню.

сонячного світла (мал. 70), які є шкідливими для живих організмів. Отже, розкладаючись, озон захищає людей, тварини, рослини.

У природі процеси утворення і розкладу озону компенсують один одного. Проте останнім часом учені виявляють періодичне руйнування озонового шару, фіксують появу в атмосфері озонових «дір». Однією з причин цього явища є хімічні реакції між озоном і речовинами промислового походження. Нині у світі здійснюють заходи, спрямовані на збереження озонового шару.

Цікаво знати
За хімічними властивостями озон подібний до кисню, але значно активніший за нього.

Озон використовують на практиці. Завдяки бактерицидним властивостям його застосовують для знезараження води перед спрямуванням її у водопровід.

Проблема чистого повітря. Негативний вплив діяльності людини на стан повітря зростає. Теплоелектростанції, автотранспорт, металургійні заводи, інші підприємства викидають в атмосферу багато шкідливих речовин (мал. 71). Найбільш забрудненим є повітря у великих містах і промислових регіонах.



Мал. 71.
Забруднення повітря над промисловим центром

З метою захисту атмосфери від забруднень вживають різні заходи. На заводах, теплоенергетичних підприємствах із відпрацьованих газів видаляють частки пилу, а потім знешкоджують газові викиди, застосовуючи хімічні реакції. Учені розробляють нові технологічні процеси, які не призводять до забруднення довкілля й не створюють екологічних проблем. У сучасних автомобілях використо-

вують ефективні каталізатори, що сприяють більш повному згорянню пального. Конкуренцію бензиновим двигунам починають складати електродвигуни, які не забруднюють повітря.

У кожній країні роботу промисловості, енергетики, транспорту організовують так, щоб зменшити кількість шкідливих викидів в атмосферу. Охорона повітря від техногенних забруднень є важливою державною справою.

ВИСНОВКИ

У природі атоми Оксигену внаслідок хімічних реакцій постійно переходять від одних речовин до інших; відбувається колообіг цього елемента.

Кисень є важливим продуктом фотосинтезу. Цей газ необхідний для існування живих організмів.

Кисень широко використовують у промисловості, техніці, медицині, а в складі повітря — у теплоенергетиці, автотранспорті, інших галузях.

Озон — одна із двох простих речовин Оксигену. Він у дуже малій кількості є в повітрі. Поглинаючи частину ультрафіолетових променів сонячного світла, шкідливу для живих організмів, озон перетворюється на кисень.

У повітря постійно надходять різні техногенні викиди. Одним із головних завдань людства є охорона атмосфери від забруднень.

?

177. Що таке колообіг хімічного елемента? Прокоментуйте схему 6.
178. У чому полягає значення кисню для живих організмів?
179. Важчою чи легшою за молекулу кисню є молекула озону? У скільки разів?
180. Які заходи має здійснювати людство для збереження вмісту кисню в атмосфері й запобігання забрудненню повітря?

3 розділ
Вода

На нашій планеті є речовина, якій зобов'язане своїм існуванням усе живе. Їй присвячено безліч пісень, віршів, казок, із нею пов'язано чимало народних звичаїв. Напевно, ви здогадалися, що ця речовина — вода. Вона вгамовує спрагу, знімає втому, дарує радість і енергію.

Вода є хорошим розчинником; у ній розчиняється багато речовин. Водні розчини ми щодня використовуємо в повсякденному житті. Вода бере участь у численних хімічних перетвореннях, які відбуваються в природі, технологічних процесах, живих організмах.

Серед найважливіших умов, необхідних для здоров'я і повноцінного життя людей, є вживання якісної питної води. Тому охорону водойм від забруднень вважають пріоритетним завданням для нашої цивілізації.

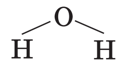
25 Вода

Матеріал параграфа допоможе вам:

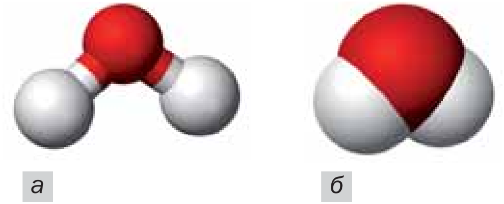
- дізнатися про поширеність води в природі;
- пригадати фізичні властивості води.

Будова молекули. Вода — складна речовина, утворена двома елементами — Гідрогеном і Оксигеном. Її хімічна формула — H_2O.

Вода належить до оксидів. Це молекулярна речовина. Графічна формула молекули води —



На малюнку 72 зображено моделі молекули води — кулестержневу і масштабну. У кожній моделі атоми подано кульками. Масштабна модель відрізняється тим, що в ній дотримано співвідношення розмірів атомів і молекули.



Мал. 72. Моделі молекули води (*а* — кулестержнева; *б* — масштабна)

Поширеність у природі. Вода — одна із найпоширеніших речовин на нашій планеті. Вона вкриває понад 2/3 поверхні Землі (мал. 73). Приблизно 97 % усієї води знаходиться в морях і океанах. На прісну воду припадає менше 3 %; майже вся вона сконцентрована у снігах і льодах Антарктиди, Арктики, територіях із «вічною мерзлотою». Річки, озера, ставки містять лише 0,03 % води, наявної на планеті. Саме цю воду (здебільшого, після очищення) людина використовує для своїх потреб.



Мал. 73. Вода на планеті Земля

Вода в незначній кількості міститься в атмосфері, причому — у трьох агрегатних станах. Водяна пара зумовлює вологість повітря; із маленьких краплинок води, сніжинок, часточок льоду утворюються хмари, тумани, атмосферні опади. Вода є також у літосфері — як у «вільному» стані (підземні води), так і в «хімічно зв'язаному» (її молекули входять до складу різних природних сполук і мінералів).

Чистої води в природі не існує. Контактуючи з повітрям, вода розчиняє невеликі кількості його компонентів — кисню, азоту, вуглекислого газу. У ній містяться ще й часточки пилу, інші розчинні та нерозчинні домішки.

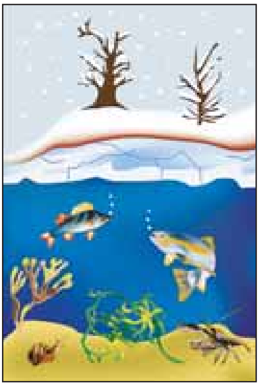
У живих організмах масова частка води становить від 50 до 99 %. В організмі дорослої людини її приблизно 65 % за масою.

Цікаво знати
За дуже високого тиску вода залишається рідкою до температури 374 °C.

Фізичні властивості. Про важливі фізичні властивості води ви довідалися на уроках природознавства. Загальновідомо, що чиста вода — безбарвна рідина без запаху і смаку, яка замерзає при температурі 0 °C, а закипає при 100 °C (за тиску 760 мм рт. ст.). Вона має густину 1,00 г/см^3 (при 4 °C), малу теплопровідність, не проводить електричного струму. Воду в твердому стані називають льодом, а в газуватому стані — водяною парою.

Лід трохи легший за воду; його густина становить 0,917 г/см^3. (Інші речовини у твердому стані мають більшу густину, ніж у рідкому.) Між молекулами H_2O у льоді існують порожнини. При таненні вони зникають, і речовина «ущільнюється». Завдяки тому, що лід не тоне у воді, значна частина водойм не промерзає до дна. Це рятує рибу, інших мешканців річок і озер від загибелі (мал. 74).

Розклад води. Вода — термічно стійка речовина. Її молекули починають руйнуватися за дуже високої температури. При 2500 °C розкладається приблизно 11 % усіх молекул,

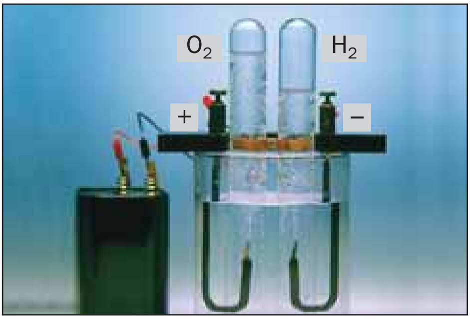


Мал. 74.
У річці, вкритій кригою, життя триває

а при 1000 °C — лише 0,03 %. Продуктами розкладу води є водень і кисень:

$$2H_2O \overset{t}{=} 2H_2 + O_2.$$

Воду можна також розкласти за дії на неї постійного електричного струму (мал. 75).



Мал. 75.
Розклад води постійним електричним струмом

ВИСНОВКИ

Вода — сполука Гідрогену з Оксигеном. Її формула — H_2O.

Вода є однією з найпоширеніших сполук у природі; вона становить основу гідросфери.

За звичайних умов вода — безбарвна рідина, яка не має запаху і смаку, кипить при температурі 100 °C, замерзає при 0 °C і має густину 1 г/см^3. Лід трохи легший за воду.

Молекули води є досить стійкими.

?

181. «Вода» — традиційна назва сполуки із формулою H_2O. Якою має бути її хімічна назва (цю назву не використовують)?
182. Чому в природі немає чистої води? Які домішки можуть бути в ній?
183. Підготуйте невелике повідомлення (за матеріалами з інтернету або інших джерел інформації) на одну із таких тем:
   а) забезпеченість прісною водою вашої області (населеного пункту);
   б) вода в народній творчості (прислів'я, приказки тощо);
   в) цікаве про воду.
184. Охарактеризуйте фізичні властивості води.
185. Які ви знаєте фізичні константи води, які прийнято за еталони?
186. Маса якого елемента у воді більша й у скільки разів? (Усно.)
187. Обчисліть масові частки елементів у воді.

26 Розчин і його компоненти. Вода як розчинник

Матеріал параграфа допоможе вам:

- визначати компоненти розчину — розчинник і розчинені речовини;
- оцінити роль води як розчинника.

Вам уже відомо, що суміші речовин бувають однорідними й неоднорідними. Однорідні суміші відрізняються від неоднорідних тим, що в них рівномірно розподілені найдрібніші частинки речовин (наприклад, молекули). Ці частинки не можна виявити навіть за допомогою потужного мікроскопа.

Однорідні суміші речовин називають розчинами.

Складові розчину. Багато хто із вас, мабуть, думає, що розчин — це завжди рідина. Однак існують не лише рідкі розчини, а й тверді і газуваті (мал. 76).



Мал. 76. **Розчини: повітря; водний розчин калій перманганату; сплав золота, міді та срібла**

Розчин містить щонайменше дві речовини. Це — його компоненти. Один із них називають *розчинником*, інші — *розчиненими речовинами*. За розчинник приймають речовину, яка перебуває в такому самому агрегатному стані, що й розчин.

▶ Назвіть розчинник і розчинену речовину в однорідних сумішах, компонентами яких є: а) йод і етиловий спирт; б) вода і кисень.

Якщо агрегатний стан усіх речовин, які утворили розчин, однаковий, то розчинником вважають речовину, маса якої найбільша. Щодо водних розчинів існує традиція завжди називати розчинником воду, навіть якщо її менше, ніж розчиненої речовини.

Вода — розчинник. При змішуванні води з іншими речовинами часто утворюються розчини. Такі тверді речовини як кухонна сіль, цукор, лимонна кислота розчиняються у воді, а крейда, скло, золото в ній нерозчинні. Рідини і гази також мають різну розчинність у воді. Олія, бензин у воді не розчиняються, а етиловий спирт, гліцерин змішуються з водою в будь-яких співвідношеннях, утворюючи розчини, тобто необмежено розчиняються в ній.

Воду як розчинник використовують у різних галузях промисловості, техніці, сільському господарстві, будівництві, медицині, наукових дослідженнях. Без водних розчинів ми не можемо обійтися в повсякденному житті.

Вода виконує роль розчинника і в природі. Гази, з яких складається атмосфера, мають незначну розчинність у воді; найкраще з них розчиняється вуглекислий газ. У морській і океанській воді серед розчинених речовин переважає сіль — натрій хлорид NaCl, а в прісній — інші сполуки. Рідини в живих організмах є водними розчинами, які містять багато речовин (в основному, органічних) — тих, що надійшли до організму разом із їжею, і тих, які утворилися в ньому внаслідок хімічних реакцій. Завдяки водним розчинам відбувається колообіг елементів у природі.

ВИСНОВКИ

Розчин — однорідна суміш речовин. Компонентами розчину є розчинник і одна або декілька розчинених речовин. Розчинником називають речовину, яка перебуває в такому самому агрегатному стані, що й розчин.

Вода — найважливіший розчинник. Вона розчиняє багато різних речовин. Воду як розчинник використовують у промисловості, техніці, сільському господарстві, інших сферах діяльності людей.

Природна вода (солона, прісна), усі біологічні рідини є водними розчинами.

?

188. У чотири склянки налили невеликі порції води. У першу склянку додали трохи глини, у другу — етилового спирту, у третю — гасу, в четверту — харчової соди. Кожну суміш добре перемішали. У яких склянках утворилися розчини?

189. Яку речовину ви назвете розчинником, якщо компонентами розчину є:

а) розплавлені мідь масою 3 г і золото масою 7 г;

б) етиловий спирт масою 10 г і ацетон масою 25 г;

в) вода масою 30 г і оцтова кислота масою 70 г?

Відповіді поясніть.

190. Як довести, що природна вода містить розчинені речовини?
191. Які чинники зумовлюють, на вашу думку, широке використання води як розчинника?
192. На будівництві готують так званий цементний розчин. Його компонентами є цемент, пісок і вода. Чи правильна назва цієї суміші з наукового погляду? Чому?

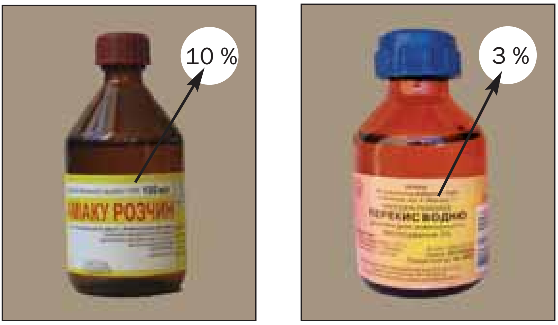
27 Кількісний склад розчину. Масова частка розчиненої речовини

Матеріал параграфа допоможе вам:

- з'ясувати, що таке масова частка розчиненої речовини у розчині;
- обчислювати масову частку розчиненої речовини, а також маси компонентів розчину;
- навчитися готувати розчин із певною масовою часткою розчиненої речовини.

Часто виникає необхідність з'ясувати не лише те, які речовини містяться в розчині, а і його кількісний склад. Перед тим, як пити солодкий чай, запитуємо, скільки цукру поклали в нього. Консервування овочів буде успішним, якщо маринад приготуємо розчиненням певних кількостей оцтової кислоти, кухонної солі, деяких інших речовин у заданій кількості води.

Масова частка розчиненої речовини. Серед розчинів, які ми використовуємо, є спиртовий розчин йоду, водні розчини амоніаку, гідроген пероксиду (або перекису водню). Зверніть увагу на етикетки, наклеєні на пляшечках із цими розчинами (мал. 77). Ви помітите поряд із назвою розчиненої речовини цифру і знак відсотку (%). Це — значення масової частки розчиненої речовини в розчині. Воно відпові-





Мал. 77.
Водні розчини, які є лікарськими засобами

Мал. 78.
Оцет

дає *масі речовини (у грамах), яка міститься у 100 г розчину.*

Столовий оцет є водним розчином оцтової кислоти. Згідно з етикеткою[1] на пляшці (мал. 78), у кожних 100 г оцту міститься 9 г оцтової кислоти. Маса води у 100 г оцту становить 100 г – 9 г = 91 г.

▶ Які маси розчиненої речовини і води містяться в 100 г кожного з розчинів, поданих на малюнку 77?

Для позначення масової частки розчиненої речовини у розчині, як і масової частки елемента у сполуці, використовують латинську літеру w (дубль-ве).

Вам відомо, що масову частку виражають не лише у відсотках, а й додатним числом, меншим за одиницю.

Формула для обчислення масової частки розчиненої речовини в розчині:

$$w(\text{р. р.}) = \frac{m(\text{р. р.})}{m(\text{р-ну})} = \frac{m(\text{р. р.})}{m(\text{р. р.}) + m(\text{р-ка})},$$

де m(р. р.) — маса розчиненої речовини, m(р-ну) — маса розчину, m(р-ка) — маса розчинника.

[1] Якщо розчинником є вода, то на етикетках зазвичай не вказують, що розчин водний.

Масова частка розчиненої речовини у розчині — це відношення маси речовини до маси розчину.

Якщо масову частку потрібно отримати у відсотках, використовують таку формулу:

$$w(\text{р. р.}) = \frac{m(\text{р. р.})}{m(\text{р-ну})} \cdot 100\ \% = \frac{m(\text{р. р.})}{m(\text{р. р.}) + m(\text{р-ка})} \cdot 100\ \%.$$

Розв'язування задач. У повсякденному житті нерідко виникає потреба приготувати водний розчин із певною масовою часткою розчиненої речовини. Для цього зазвичай використовують речовину і воду. Іноді розбавляють водою інший розчин. У кожному разі перед приготуванням розчину здійснюють необхідні розрахунки.

Розглянемо, як розв'язують задачі на обчислення масової частки розчиненої речовини в розчині, а також задачі, в яких використовують цю величину. Один зі способів їх розв'язання ґрунтується на складанні пропорції, інший передбачає розрахунок за відповідною математичною формулою.

ЗАДАЧА 1. У 144 г води розчинили 6 г солі. Розрахувати масову частку солі в розчині.

Дано:

$m(\text{води}) = 144$ г
$m(\text{солі}) = 6$ г

$w(\text{солі})$ — ?

Розв'язання

1-й спосіб

1. Знаходимо масу розчину:
$m(\text{р-ну}) = m(\text{води}) + m(\text{солі}) =$
$= 144\text{ г} + 6\text{ г} = 150\text{ г}.$
2. Визначаємо масу солі, яка міститься в 100 г розчину. Для цього складаємо пропорцію й розв'язуємо її:

у 150 г розчину міститься 6 г солі,
у 100 г розчину — x г солі;

$$x = m_1(\text{солі}) = \frac{6\text{ г} \cdot 100\text{ г}}{150\text{ г}} = 4\text{ г}.$$

Звідси $w(\text{солі}) = 4\ \%$, або 0,04.

2-й спосіб

Обчислюємо масову частку солі в розчині за відповідною формулою:

$$w(\text{солі}) = \frac{m(\text{солі})}{m(\text{солі}) + m(\text{води})} = \frac{6\ \text{г}}{(6 + 144)\ \text{г}} =$$

$$= 0{,}04, \text{ або } 0{,}04 \cdot 100\ \% = 4\ \%.$$

Відповідь: *w*(солі) = 0,04, або 4 %.

ЗАДАЧА 2. Які маси добрива та води потрібно взяти для приготування 4 кг розчину з масовою часткою добрива 0,5 %?

Дано:

m(р-ну) = 4 кг
w(добрива) = 0,5%, або 0,005

m(добрива) — ?
m(води) — ?

Розв'язання

1. Обчислюємо масу добрива, скориставшись формулою для масової частки розчиненої речовини:

$$w(\text{добрива}) = \frac{m(\text{добрива})}{m(\text{р-ну})};$$

m(добрива) = w(добрива) · m(р-ну) = = 0,005 · 4000 г = 20 г.

2. Знаходимо масу води:

m(води) = m(р-ну) − m(добрива) = = 4000 г − 20 г = 3980 г.

Відповідь: *m*(добрива) = 20 г; *m*(води) = 3980 г.

ЗАДАЧА 3. До 200 г водного розчину цукру з масовою часткою розчиненої речовини 10 % додали 50 г води. Обчислити масову частку цукру в розчині, який утворився.

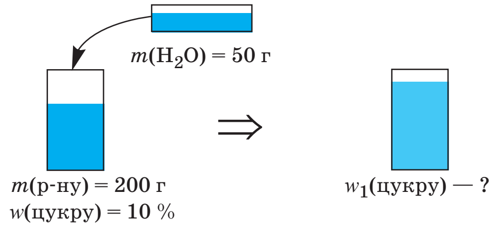
Дано:

m(р-ну) = 200 г
w(цукру) = 10 %, або 0,1
m(води) = 50 г

w_1(цукру) — ?

Розв'язання

Умову задачі проілюструємо малюнком:



1. Обчислюємо масу цукру в 200 г розчину:

m(цукру) = w(цукру) · m(р-ну) = = 0,1 · 200 г = 20 г.

2. Знаходимо масу утвореного розчину:

m(утв. р-ну) = m(р-ну) + m(води) = = 200 г + 50 г = 250 г.

3. Розраховуємо масову частку цукру в утвореному розчині за відповідною формулою:

$$w_1(\text{цукру}) = \frac{m(\text{цукру})}{m(\text{утв. р-ну})} = \frac{20\ \text{г}}{250\ \text{г}} = 0{,}08,\ \text{або}\ 8\ \%.$$

Відповідь: **w_1(цукру) = 0,08, або 8 %.**

ЗАДАЧА 4. Який об'єм води потрібно додати до 45 г оцтової есенції (розчин із масовою часткою оцтової кислоти 80 %), щоб приготувати 9 %-й розчин оцтової кислоти?

Дано:

m(80 %-го р-ну) = 45 г

w(к-ти) = 80 %

w_1(к-ти) = 9 %

V(води) — ?

Розв'язання

1. Розраховуємо масу оцтової кислоти в 45 г оцтової есенції:

   m(к-ти) = w(к-ти) · m(р-ну) =
   = 0,8 · 45 г = 36 г.

2. Обчислюємо масу 9 %-го розчину, в якому міститиметься 36 г кислоти:

   у 100 г розчину міститься 9 г кислоти,
   в x г розчину — 36 г кислоти;

   $$x = m(9\ \%\text{-го р-ну}) = \frac{36\ \text{г} \cdot 100\ \text{г}}{9\ \text{г}} = 400\ \text{г}.$$

3. Розраховуємо масу води, яку потрібно добавити до оцтової есенції:

   m(води) = m(9 %-го р-ну) – m(80 %-го р-ну) =
   = 400 г – 45 г = 355 г.

4. Знаходимо об'єм води:

   $$V(\text{води}) = \frac{m(\text{води})}{\rho(\text{води})} = \frac{355\ \text{г}}{1\ \text{г/мл}} = 355\ \text{мл}.$$

Відповідь: **V(води) = 355 мл.**

ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 4

Приготування водного розчину з певною масовою часткою розчиненої речовини

Варіант I. Приготувати 40 г водного розчину сечовини[1] з масовою часткою цієї речовини 0,05.

[1] Сечовина — добриво, яке добре розчиняється у воді. Приготовлений учнями розчин сечовини після розбавляння в 10 разів можна використовувати для підживлення квітів у хімічному кабінеті.

Варіант II. Приготувати із 2 г сечовини водний розчин із масовою часткою цієї речовини 4 %.

Перед виконанням роботи зробіть необхідні розрахунки. Їх результати разом із вихідними даними запишіть у таблицю:

Варіант	*m*(р-ну), г	*m*(р. р.), г	*w*(р. р.)	*m*(води), г	*V*(води), мл

Зважте на терезах у склянці необхідну масу сечовини (мал. 79). Наберіть у мірний циліндр розрахований об'єм води і вилийте в склянку із сечовиною. Перемішуйте суміш до повного розчинення твердої речовини.



Мал. 79
Порція речовини, зважена на електронних терезах

ВИСНОВКИ

Кількісний склад розчину характеризують масовою часткою розчиненої речовини.

Масова частка розчиненої речовини є відношенням маси речовини до маси розчину. Значення масової частки, виражене у відсотках, чисельно дорівнює масі розчиненої речовини (у грамах), яка міститься в 100 г розчину.

?

193. Як ви розумієте термін «кількісний склад розчину»?
194. Що таке масова частка розчиненої речовини? Чи має розмірність ця величина?

195. Яка маса речовини міститься у 300 г її розчину з масовою часткою цієї речовини 0,02? (Усно.)

196. Цукор масою 50 г розчинили у 200 г води. Обчисліть масову частку цукру в розчині. (Усно.)

197. Зробіть відповідні розрахунки (усно) й заповніть таблицю:

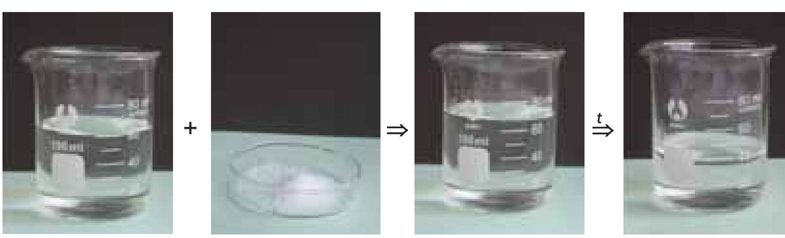
m(р-ну), г	*m*(р. р.), г	*m*(води), г	*w*(р. р.)
400	8	...	...
500	...	460	...

198. У якій масі води треба розчинити 6 г лимонної кислоти, щоб приготувати розчин із масовою часткою кислоти 0,05?

199. Розчин натрій хлориду NaCl із масовою часткою солі 0,9 % (так званий фізіологічний розчин) використовують у медицині. Яку масу солі та який об'єм дистильованої води потрібно взяти для приготування 2 кг такого розчину?

200. До 200 г водного розчину деякої речовини з її масовою часткою 20 % спочатку долили 30 мл води, а потім розчинили ще 20 г цієї речовини. Обчисліть масову частку речовини в розчині, який утворився.

201. Складіть умову задачі згідно з малюнками і розв'яжіть її.



Вода (V = 60 мл) | Сіль (m = 10 г) | Розчин 1 | Розчин 2 (m = 40 г)

202. Яка маса гліцерину міститься у 20 мл його розчину із масовою часткою цієї сполуки 40 %, якщо густина розчину становить 1,1 г/см^3?

203. Учень, виконуючи варіант I лабораторного досліду 4, замість розчину з масовою часткою сечовини 0,05 приготував 40 г 4 %-го розчину. Як йому виправити свою помилку, використавши цей розчин?

204. Учень, виконуючи варіант II лабораторного досліду 4, замість 4 %-го розчину сечовини приготував із 2 г речовини розчин з її масовою часткою 0,05. Як йому виправити свою помилку, використавши цей розчин?

ДОМАШНІЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

Виготовлення водного розчину кухонної солі

Наприкінці літа і восени засолюють огірки, помідори, деякі гриби. Для цього використовують водний розчин кухонної солі. Для огірків готують розчин із масовою часткою солі від 6 до 8 %, для помідорів і грибів — від 5 до 6 %.

За вікном — весна. Зараз ви можете набути необхідного досвіду з виготовлення розчину із певною масовою часткою солі. Якщо вдома немає терезів, на яких можна зважувати з точністю до 1 г, то відбирайте певні порції солі столовою або чайною ложками. Столова ложка вміщує приблизно 30 г крупнокристалічної солі (якщо її набрати «з гіркою»), а чайна — 10 г.

Виберіть одне із двох завдань:

а) виготовити розчин солі з її масовою часткою 6,5 %, використавши 1 л води;

б) виготовити розчин солі з її масовою часткою 7,5 %, використавши 0,5 л води.

Спочатку обчисліть масу солі, яку розчинятимете у воді, і визначте, скільки ложок (столових, чайних) її візьмете. Після цього виготовте розчин. Об'єм води виміряйте літровою або півлітровою банкою; заповнюйте її до початку звужування циліндричної форми посудини.

28 Реакції води з оксидами

Матеріал параграфа допоможе вам:

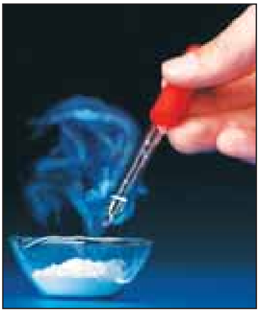
- дізнатися про деякі хімічні властивості води;
- з'ясувати, що таке гідроксиди;
- навчитися складати формули основ і кислот.

Вода виявляє достатню хімічну активність. Вона взаємодіє з багатьма речовинами — і простими, і складними, серед яких є й оксиди.

▶ Які сполуки називають оксидами? Наведіть формули і хімічні назви кількох оксидів.

Реакції води з оксидами металічних елементів. Під час деяких робіт на будівництві, присадибній ділянці замішують негашене вапно (кальцій оксид CaO) з водою. При цьому відбувається хімічна реакція й утворюється гашене вапно (мал. 80). Відповідне хімічне рівняння[1]:

$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2.$$



Мал. 80.
Гасіння вапна

Хімічна назва продукту реакції — кальцій гідроксид. Слово *гідроксид* є скороченням словосполучення *гідрат оксиду*[2].

Гідроксиди — сполуки металічних елементів із загальною формулою $M(OH)_n$.

Літера M у наведеній формулі замінює символ металічного елемента.

Вода взаємодіє також з оксидами Натрію, Барію, кількох інших металічних елементів першої та другої груп періодичної системи з утворенням відповідних гідроксидів. У хімічних назвах цих сполук, як і назвах оксидів, відмінюється лише друге слово: натрій гідроксиду, барій гідроксидом.

Реакція води з оксидом є реакцією сполучення.

[1] Формулу води зазвичай записують останньою в кожній частині хімічного рівняння.
[2] Слово *гідрат* походить від грецького hydor — вода.

Складемо рівняння такої реакції за участю натрій оксиду Na_2O. Щоб вивести формулу її продукту — натрій гідроксиду, «збираємо» усі атоми, наявні в формулах реагентів, і записуємо їх в одну формулу, причому спочатку — атоми металічного елемента (Натрію), потім — Оксигену і Гідрогену[1]:

$$Na_2O + H_2O = [Na_2O_2H_2].$$

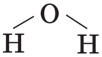
Цікаво знати
Технічні назви натрій гідроксиду NaOH — їдкий натр, каустична сода (від грецького kaustikos — їдкий).

Отриману формулу спрощуємо, зменшивши індекси вдвічі, а двійку записуємо як коефіцієнт:

$$Na_2O + H_2O = 2NaOH.$$

При складанні рівняння реакції води з барій оксидом BaO виявимо, що однакові індекси у формулі гідроксиду будуть лише біля атомів Оксигену і Гідрогену. Ці атоми помістимо в дужки, за якими запишемо спільний індекс:

$$BaO + H_2O = [BaO_2H_2] = \underset{\text{барій гідроксид}}{Ba(OH)_2}.$$

Формули гідроксидів можна вивести й без запису хімічних рівнянь. Для цього використовують значення валентності металічного елемента і групи атомів OH, або *гідроксильної групи*. Ви знаєте, що Натрій — одновалентний елемент. Гідроксильна група є складовою молекули води, у якій вона сполучена з одним атомом Гідрогену: . Отже, ця група атомів також одновалентна. (Валентність — властивість не лише атомів, а й груп сполучених атомів.) Звідси формула натрій гідроксиду — NaOH.

▶ Виведіть формулу магній гідроксиду.

Гідроксиди Натрію, Калію, Кальцію, Барію, багатьох інших металічних елементів об'єд-

---

[1] Допоміжні хімічні записи поміщатимемо в квадратні дужки.

нують у велику групу сполук, загальна назва яких — *основи*.

Більшість основ не розчиняється у воді, а відповідні оксиди з водою не взаємодіють. Нерозчинні основи добувають, здійснюючи інші реакції.

Для малорозчинних і розчинних у воді основ використовують спільну назву — *луги*. Серед цих сполук найбільшого практичного значення набули гідроксиди Натрію, Калію і Кальцію.

Реакції води з оксидами неметалічних елементів. Відомо, що вуглекислий газ здатний розчинятися у воді. У розчиненому стані він міститься в мінеральній воді, газованих напоях. Незначна частина вуглекислого газу вступає в хімічну реакцію з водою:

$$CO_2 + H_2O = H_2CO_3.$$

Сполука, що утворюється при цьому, надає рідині кислуватого смаку. Її хімічна назва — карбонатна кислота; вона походить від назви «кислототворного» елемента Карбону.

Вода реагує майже з усіма оксидами неметалічних елементів (за винятком силіцій(IV) оксиду SiO_2 та декількох інших). Продуктами цих реакцій є *кислоти*.

Формулу продукту реакції води з оксидом неметалічного елемента можна скласти, «зібравши» разом усі атоми, наявні в формулах реагентів. Першими у формулі кислоти записують атоми Гідрогену, а останніми — атоми Оксигену:

$$SO_3 + H_2O = \underset{\text{сульфатна кислота}}{H_2SO_4};$$

$$N_2O_5 + H_2O = [H_2N_2O_6] = \underset{\text{нітратна кислота}}{2HNO_3}.$$

Цікаво знати

У промисловості, техніці використовують старі назви кислот — вугільна (H_2CO_3), сірчана (H_2SO_4), азотна (HNO_3).

Розглянемо, як взаємодіє вода із фосфор(V) оксидом. Під час цієї реакції виділяється багато теплоти, і частина води швидко випаровується (мал. 81):



Мал. 81. Взаємодія води із фосфор(V) оксидом

Цікаво знати
Оксиди CaO і P_2O_5 завдяки їхній здатності активно взаємодіяти з водою використовують для осушування газів.

$$P_2O_5 + H_2O = 2HPO_3.$$
метафосфатна кислота

Кислота, що утворюється, також реагує з водою:

$$HPO_3 + H_2O = H_3PO_4.$$
ортофосфатна кислота

Відтак, у разі надлишку води взаємодія речовин відбувається згідно з рівнянням

$$P_2O_5 + 3H_2O = 2H_3PO_4.$$

Отже, оксиду P_2O_5 відповідають дві кислоти — HPO_3 і H_3PO_4.

Установити, який оксид відповідає певній кислоті, досить просто. Якщо молекула кислоти містить два атоми Гідрогену, із неї «вилучаємо» молекулу води:

$$H_2SO_3 - H_2O \Rightarrow SO_2.$$

У разі наявності в молекулі кислоти одного або трьох атомів Гідрогену виходимо із двох молекул сполуки:

$$2H_3BO_3 - 3H_2O \Rightarrow B_2O_3.$$

ВИСНОВКИ

Вода вступає в реакції сполучення з деякими оксидами металічних елементів і майже всіма оксидами неметалічних елементів.

Сполуки металічних елементів із загальною формулою $M(OH)_n$ називають гідроксидами. Більшість цих сполук належить до

основ. Розчинні і малорозчинні у воді основи називають лу́гами.

Під час реакцій води з оксидами неметалічних елементів утворюються кислоти.

?

205. Які сполуки називають гідроксидами, основами, лугами?
206. Допишіть схеми реакцій і складіть хімічні рівняння:
   а) $Li_2O + H_2O \rightarrow ...$;
   $SO_2 + H_2O \rightarrow ...$;
   б) $SrO + H_2O \rightarrow ...$;
   $I_2O_5 + H_2O \rightarrow ...$.
   Укажіть серед продуктів реакцій основи та кислоти.
207. Яка формула оксиду, якщо продуктом його реакції з водою є:
   а) магній гідроксид;
   б) калій гідроксид;
   в) селенатна кислота H_2SeO_4;
   г) перхлоратна кислота $HClO_4$?
208. Знайдіть масові частки Оксигену: а) в оксиді P_2O_5; б) у кислоті H_3PO_4.
209. Яку масу натрій гідроксиду потрібно розчинити в 3 л води, щоб виготовити розчин із масовою часткою NaOH 0,2?
210. До 100 мл розчину нітратної кислоти з її масовою часткою 60 % (густина цього розчину — 1,37 г/мл) додали 200 мл води. Обчисліть масову частку кислоти в добутому розчині.

29 Виявлення лугів і кислот у розчинах за допомогою індикаторів

Матеріал параграфа допоможе вам:

- з’ясувати, які речовини називають індикаторами;
- навчитися виявляти луги і кислоти в розчинах за допомогою індикаторів.

Розчини лугів і кислот здатні змінювати забарвлення особливих речовин — *індикаторів*[1]. Ці речовини було спершу виявлено в плодах і квітках рослин, лишайнику. Нині використовують індикатори, які виготовляють на хімічних заводах. Вони ефективніші за природні й краще зберігаються.

До найважливіших індикаторів належать *лакмус*, *фенолфталеїн*, *метиловий оранжевий* (скорочена назва — *метилоранж*), а також *універсальний індикатор*. Останній є сумішшю кількох речовин. Ця суміш, на відміну від окремих речовин-індикаторів, змінює забарвлення залежно не лише від наявності лугу чи кислоти, а й від їх кількості в розчині.

У хімічних лабораторіях використовують водні розчини метилоранжу і лакмусу, водно-спиртовий розчин фенолфталеїну і так звані індикаторні папірці. Це — смужки спеціального паперу, просоченого розчином індикатора. Найчастіше користуються універсальними індикаторними папірцями (мал. 82). Існують лакмусові папірці, а також папірці, просочені розчином фенолфталеїну.



Мал. 82. Універсальні індикаторні папірці

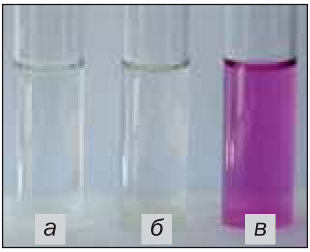
Кислоти у водних розчинах змінюють забарвлення не всіх індикаторів (фенолфталеїн залишається безбарвним) і не так, як луги (мал. 83).

[1] Термін походить від латинського слова indico — вказую, визначаю.

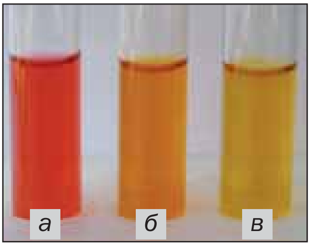
Мал. 83. **Забарвлення індикаторів у розчині кислоти (*а*), воді (*б*), розчині лугу (*в*)**



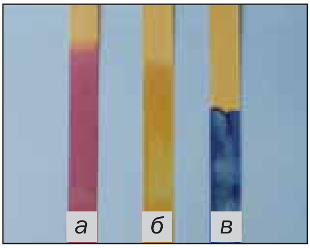
лакмус



фенолфталеїн



метилоранж



універсальний індикатор

Зміна забарвлення індикатора є наслідком його реакції з лугом або кислотою. Рівняння таких реакцій не наводимо, оскільки формули індикаторів і продуктів їх хімічних перетворень досить складні.

Нерозчинні у воді основи та кислоти не діють на індикатори і тому не можуть бути виявлені ними.

ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД № 5

Випробування водних розчинів лугів і кислот індикаторами

Вам видано розбавлені розчини натрій гідроксиду і нітратної кислоти, розчини індикаторів — лакмусу, фенолфталеїну, метилоранжу, а також універсальні індикаторні папірці. Яке забарвлення має розчин кожного індикатора, індикаторний папірець?

Налийте у три пробірки по 1 мл розчину лугу. У будь-якій пробірці змочіть скляну паличку розчином

лугу і доторкніться нею до універсального індикаторного папірця. Якого кольору набуває папірець?

Тепер з'ясуйте, як змінюється забарвлення інших індикаторів у розчині лугу. Для цього в одну пробірку із цим розчином додайте 1—2 краплі розчину лакмусу, у другу — стільки ж крапель розчину фенолфталеїну, а в третю — метилоранжу. Що спостерігаєте?

У три інші пробірки налийте по 1 мл розчину кислоти і проведіть експеримент, аналогічний щойно описаному.

Насамкінець нанесіть краплю води на універсальний індикаторний папірець за допомогою скляної палички. Чи змінилося його забарвлення?

Результати спостережень запишіть у таблицю:

Рідина	**Забарвлення індикатора**			
	універсального	**фенолфталеїну**	**метилоранжу**	**лакмусу**
Вода				
Розчин лугу				
Розчин кислоти				

Зіставте забарвлення кожного індикатора в розчинах лугу і кислоти.

Яким індикатором не можна виявити кислоту?

ВИСНОВКИ

Речовини, які змінюють забарвлення в розчинах лугів і кислот, називають індикаторами. Найважливіші індикатори — універсальний, лакмус, фенолфталеїн, метилоранж.

Індикатор у розчині кислоти набуває іншого забарвлення, ніж у розчині лугу.

?

211. Які речовини називають індикаторами? Наведіть приклади цих речовин. Що являє собою універсальний індикатор?

212. Чи можна розрізнити воду і розчин кислоти за допомогою:
   а) лакмусу;
   б) фенолфталеїну?

213. Які індикатори і за наявності яких сполук у розчині набувають схожого забарвлення?

214. Чи можна використати індикатор для розпізнавання двох твердих оксидів, один з яких є сполукою металічного елемента, а інший — сполукою неметалічного елемента? Якщо можна, то — завжди чи лише в певних випадках (яких)? Як ви проведете відповідний експеримент?

НА ДОЗВІЛЛІ

Індикатори в рослинах

Індикатор лакмус відомий давно. Його виготовляли із деяких видів лишайнику. Багато речовин, які змінюють забарвлення за дії лугів і кислот, міститься в ягодах, овочах, квітах. Ці речовини можна виявити, провівши прості експерименти. Висушіть по кілька ягід чорниці, ожини, чорної смородини, бузини, чорноплідної горобини. Потім приготуйте із них відвари, прокип'ятивши у скляній чи емальованій посудині ягоди кожного виду зі 100—150 мл води протягом кількох хвилин. Отримані рідини після охолодження профільтруйте. (Візьміть до уваги, що за кілька днів вони починають псуватися.)

Налийте по 20—30 мл кожної рідини у дві склянки. До однієї порції рідини додайте невеликий об'єм розчину кальцинованої соди (ця сполука частково взаємодіє з водою з утворенням лугу), а до іншої — 10 крапель лимонного соку або трохи оцту. Які виготовлені вами рідини змінюють забарвлення за дії розчину, що містить луг, і розчину кислоти, а які — лише в одному випадку (якому)?

Аналогічні експерименти можна провести із соками столового буряку, червонокачанної капусти, відварами висушених забарвлених квітів, а також рідинами, отриманими після заварювання зеленого і чорного чаю, каркаде (суданської троянди).

Результати експериментів запишіть у зошит. Підготуйте коротке повідомлення про ваше дослідження.

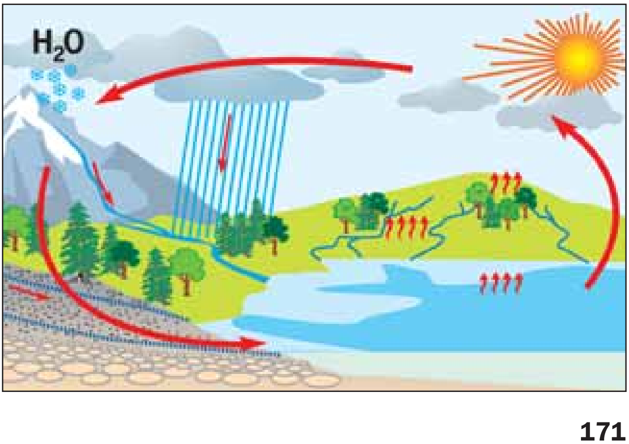
30 Значення води і водних розчинів. Кислотні опади

Матеріал параграфа допоможе вам:

- оцінити роль води і водних розчинів у природі;
- усвідомити значення води для людини і розвитку цивілізації;
- з'ясувати причини виникнення кислотних опадів та їхній вплив на довкілля.

Роль води і водних розчинів у природі. Без води не можна уявити нашої планети. Вода вкриває більшу частину її поверхні, створюючи одну із трьох «сфер» Землі — гідросферу, складовими якої є моря, океани, річки, озера. Гідросфера межує з атмосферою та літосферою; між цими частинами планети відбувається колообіг води (мал. 84), а за її участі — колообіги багатьох хімічних елементів. Завдяки розчиненню у воді різні природні речовини «подорожують» поверхнею Землі, в її надрах, розсіюючись або накопичуючись в окремих районах, беруть участь у хімічних реакціях з утворенням компонентів ґрунту, мінералів.

Вода — учасник фотосинтезу в рослинах. Крім цього, вона забезпечує їх живлення.



Мал. 84. Колообіг води

Природні розчини потрапляють у рослини через коріння, постачаючи їм необхідні речовини. Без води було б неможливим виведення з організмів продуктів їхньої життєдіяльності.

Дуже важливим для природи є те, що вода, маючи велику теплоємність, повільно охолоджується взимку й так само нагрівається влітку, внаслідок чого пом'якшує клімат.

Значення води і водних розчинів для людини. Організм людини, як і інші живі організми, існує завдяки участі води в біологічних процесах. Без неї людина може прожити не більше тижня. Втрата води призводить до погіршення функціонування різних систем організму.

Біологічні рідини в нашому організмі — це водні розчини. Найважливіші серед них — кров, лімфа, шлунковий сік, жовч, сеча. Воду в різній кількості містять майже всі харчові продукти.

Потреба людини у воді залежить від її віку, обсягу фізичних навантажень, температурних умов довкілля, вологості повітря, інших чинників. Вона задовольняється вживанням питної води (щодня — не менше 1,5—2 л), різних напоїв, страв, які містять воду, фруктів, овочів.

Людина щодоби використовує сотні літрів води в побуті. Жителі сільської місцевості споживають її менше, ніж мешканці міст (мал. 85). Норми добових витрат води людиною, яка проживає в місті, залежать від благоустрою будинків і здебільшого становлять від 200 до 400 л.



Мал. 85. **Приблизний розподіл витрат води в міській квартирі**

Без води неможливе функціонування промисловості. У багатьох технологічних процесах вона слугує розчинником, теплоносієм, охолоджувачем. Великі кількості води споживає металургія, сільське господарство, енергетична галузь, підприємства легкої та харчової промисловості, побутового обслуговування, медичні та наукові установи. У виробництві мінеральних добрив, кислот, лугів, мийних засобів, лікарських препаратів широко застосовують водні розчини різних речовин.

Цікаво знати
На виробництво 1 т соди витрачається до 50 т води, а 1 т синтетичного волокна — до 6000 т води.

Природна вода виконує важливу роль у вирішенні проблеми відходів. Попередньо очищені від токсичних речовин промислові і побутові стоки потрапляють у річки й моря, де вода розбавляє їх і розносить на значні відстані, мінімізуючи негативний вплив.

Отже, розвиток нашої цивілізації значною мірою зобов'язаний воді та водним розчинам.

Кислотні опади. Однією з ланок колообігу води в природі є атмосферні опади — дощ, сніг, град. Іноді вони містять домішки кислот. Такі опади називають кислотними. Розглянемо причини їх виникнення.

У газових викидах промислових підприємств, теплоелектростанцій, вихлопних газах автомобільних двигунів містяться невеликі кількості оксидів Сульфуру і Нітрогену. Сірчистий газ SO_2 потрапляє в повітря під час випалювання деяких металічних руд на заводах, при спалюванні вугілля, яке містить домішки сполук Сульфуру. Внаслідок взаємодії цього газу з атмосферною вологою утворюється сульфітна кислота:

$$SO_2 + H_2O = H_2SO_3.$$

Невелика її частина реагує з киснем і перетворюється на сульфатну кислоту:

$$2H_2SO_3 + O_2 = 2H_2SO_4.$$

Оксиди Нітрогену з'являються в атмосфері в результаті реакцій за участю головних ком-

понентів повітря — азоту і кисню. Спочатку за дуже високої температури (під час згоряння палива і пального) відбувається реакція

$$N_2 + O_2 \overset{t}{=} 2NO.$$

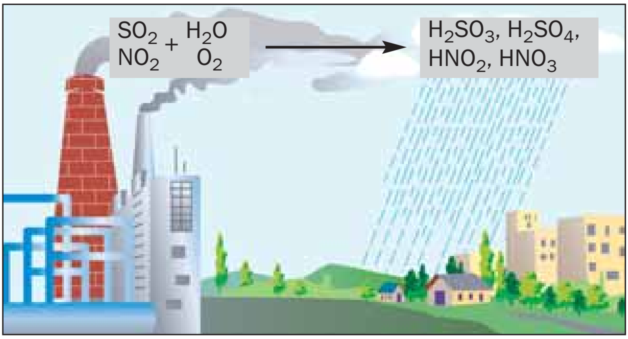
У неї вступає дуже мала кількість обох газів. Продукт реакції — нітроген(II) оксид — швидко взаємодіє з киснем

$$2NO + O_2 = 2NO_2,$$

а нітроген(IV) оксид реагує з атмосферною вологою з утворенням двох кислот — нітритної та нітратної:

$$2NO_2 + H_2O = HNO_2 + HNO_3.$$

Усі названі кислоти разом із дощем або снігом потрапляють на земну поверхню (мал. 86). Зафіксовано випадки, коли дощові краплі були такими кислими, як оцет.



Мал. 86. Утворення кислотного дощу

Кислотні опади негативно впливають на рослини, спричиняють хвороби у тварин, людей, руйнують будівельні матеріали, особливо мармур і вапняк (мал. 87), посилюють корозію металів.

Заходи, спрямовані на зменшення викидів в атмосферу оксидів Сульфуру і Нітрогену, є одними з найважливіших у справі охорони природи. У сучасній теплоенергетиці перевагу надають паливу, що містить якомога менше домішок сполук Сульфуру. Утворенню

Мал. 87. Історична пам'ятка, пошкоджена кислотними опадами



оксидів Нітрогену запобігають, знижуючи температуру згоряння палива або пального. Серед відповідних заходів у транспортній галузі — зміна конструкцій двигунів, режимів їх роботи, введення спеціальних добавок до пального.

ВИСНОВКИ

Вода відіграє дуже важливу роль у природі. Вона забезпечує колообіги хімічних елементів, регулює клімат на планеті. Без води не можуть існувати живі організми.

Воду і водні розчини широко використовують у різних галузях промисловості, інших сферах діяльності людей. Значні кількості води витрачаються на побутові потреби.

Потрапляння в повітря оксидів Сульфуру і Нітрогену разом із промисловими і транспортними викидами газів призводить до утворення кислотних опадів, які завдають шкоди довкіллю.

?

215. Назвіть найважливіші ланки колообігу води в природі.
216. Чому більшість хімічних заводів розміщено поблизу річок?
217. Надайте кілька пропозицій з економії води у побуті.
218. Перетворіть схеми реакцій, які відбуваються при випалюванні металічних руд, на хімічні рівняння:

а) $ZnS + O_2 \xrightarrow{t} ZnO + SO_2$;

б) $MoS_2 + O_2 \xrightarrow{t} MoO_3 + SO_2$.

219. Виведіть формулу оксиду Нітрогену, який взаємодіє з водою з утворенням:
а) нітритної кислоти HNO_2;
б) нітратної кислоти HNO_3.

220. Обчисліть масу сульфур(IV) оксиду, що потрапить у повітря під час спалювання 1 т вугілля, в якому масова частка Сульфуру становить 6 %. Припустіть, що сполуки Сульфуру, наявні у вугіллі, повністю вступають у відповідні реакції з утворенням сульфур(IV) оксиду.

31 Проблема чистої води

Матеріал параграфа допоможе вам:

- з'ясувати джерела забруднення природної води різними речовинами;
- оцінити важливість заходів з очищення води.

Забруднення гідросфери. Унаслідок діяльності людей у воду потрапляють різні речовини. Вони здебільшого негативно впливають на довкілля, живі організми.

Головним джерелом хімічного забруднення океанічної води є водний транспорт. Великої шкоди фауні, жителям узбережжя завдають катастрофи танкерів, які перевозять нафту і нафтопродукти,аварії на нафтовидобувних платформах. Щороку у світовий океан виливається в середньому 10 млн т нафти. Кожна тонна її розтікається на поверхні води площею понад 12 $км^2$ і створює плівку, яка ізолює воду від атмосфери, порушує екологічну рівновагу. На щастя, завдяки величезній масі води в океанах забруднення поступово розсіюються.

Найбільшої шкоди морській воді завдають стоки портових міст, промислових підприємств. Додають забруднення й річки, що впадають у моря. Через незадовільну екологічну ситуацію періодично закриваються пляжі, зони відпочинку.

Річки також потерпають від різноманітних стоків. Їх поділяють за походженням на виробничі (від заводів, інших промислових підприємств) і господарсько-побутові (від житлових масивів, лікарень, закладів харчування тощо). Головними забруднювачами річок є хімічна, нафтопереробна, металургійна, целюлозно-паперова, машинобудівна промисловість, а також сільське господарство (передусім — тваринництво).

На окиснення залишків органічних речовин, що потрапили у воду, витрачається розчинений у ній кисень. Від його нестачі гинуть риба (мал. 88) та інші живі істоти. Негативний вплив на флору та фауну річок і озер чинять залишки синтетичних мийних засобів. Останнім часом зросло засмічення водойм відходами полімерних матеріалів — використаними пластиковими пляшками, поліетиленовими пакетами, шинами, виробами з гуми тощо.



Мал. 88. Загибель риби

Стан річок і морів в Україні. Приблизно 80 % населення нашої країни проживає в басейнах двох річок — Дніпра і Дністра. На думку спеціалістів, екосистема Дніпра внаслідок спорудження системи штучних водосховищ, масштабної меліорації полів, функціонування поблизу ріки великих промислових комплексів повністю деградована. Це стосується і Дністра, у воді якого перебувають залишки добрив, інші шкідливі речовини, а на дні — різні техногенні відходи. Десна, воду якої забруднює низка промислових підприємств, також потребує допомоги.

Азовське море називають зоною екологічної катастрофи. Значна частка забруднення цього моря припадає на металургійні заводи, інші промислові підприємства Маріуполя, Керчі, Ростова. Річки виносять в Азовське море багато промислових забруднень від численних заводів донецького регіону. У цьому морі в кілька разів зменшився вилов риби; у ній іноді виявляють залишки шкідливих речовин техногенного походження.

Чорне море також забруднюється, але лише у прибережній зоні. Завдяки його значній глибині і площі забруднення через деякий час розсіюється.

Проблема чистої води. Від якості води, яку ми споживаємо, залежить стан нашого здоров’я. Вода, що надходить з водопроводу, здебільшого відповідає затвердженим стандартам і гігієнічним нормам. Але іноді з кранів тече вода із неприємним запахом і присмаком, а в ємностях із нею з’являється осад. У цьому разі вода потребує додаткового очищення.

Люди часто використовують воду із перевірених підземних джерел, колодязів. Мешканці деяких міст України беруть воду із бюветів, у які вона надходить із глибини у сотні метрів. Достатню якість має бутильована і привозна питна вода (мал. 89).

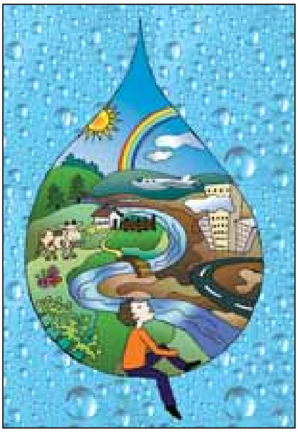
Зауважимо, що пити лише дуже чисту (дистильовану) воду не можна. Тоді організм не отримуватиме в достатній кількості Кальцію,



Мал. 89. **Альтернатива водопровідній воді**

Магнію, Сульфуру та деяких інших елементів, які містяться в природній воді. До того ж, із організму «вимиватимуться» потрібні речовини, внаслідок чого слабшатимуть кістки, порушуватимуться важливі біологічні процеси.

Охорона водойм від забруднення. Серед завдань, актуальних для людства в наш час, є охорона водних ресурсів планети, запобігання їхньому забрудненню (мал. 90).



Мал. 90.
Вода — наше багатство

Гідросфера певною мірою здатна до самоочищення. Частина забруднень із часом випадає в осад, деякі інші речовини окиснюються й перетворюються на нешкідливі. Якщо у природну воду можливе потрапляння розчинних токсичних домішок зі стоків різного походження, постає необхідність водозахисних заходів. Найважливішими серед них є такі:

- удосконалення процесів знешкодження стічних вод;
- впровадження технологій, які передбачають скорочення обсягів стоків;
- повернення у виробництво використаної води після її очищення.

Спеціалісти розробляють вимоги щодо необхідного ступеня очищення промислових і побутових стоків, які гарантують їх безпечність для довкілля. Цих вимог мають дотри-

муватися на виробництві, у міському господарстві. В іншому разі робота підприємства чи установи буде зупинена, а щодо її керівників застосують відповідні санкції.

Очищення води на водоочисних станціях. Знешкодження промислових і побутових стоків перед їх скиданням у річку або в море, а також підготовку води для водопостачання в населені пункти здійснюють на водоочисних станціях за різними схемами (мал. 91).



Мал. 91. Споруда для очищення промислових стоків

Перед тим, як спрямувати природну воду у водопровід, її піддають хімічному і бактеріологічному аналізу. У разі встановлення достатньої якості води її пропускають через шар піску або дрібного гравію, звільняючи від нерозчинних домішок — часточок ґрунту, глини тощо. Потім у воду додають незначну кількість хлору чи озону (проводять хлорування або озонування) для знищення бактерій і мікроорганізмів. Після цього її знову аналізують і спрямовують у водопровід.

Для очищення промислових стоків підприємств застосовують багато методів. Їх обирають залежно від наявності в стоках тих чи інших домішок та їхньої кількості. Першим етапом знешкодження стоків зазвичай є фільтрування, іноді — відстоювання. Після цього у стічні води часто додають реагенти, які взаємодіють із речовинами-забрудниками. Продукти таких реакцій видаляють або залишають у стоках, якщо речовини, що утворилися, є безпечними для довкілля і живих організ-

мів. Крім хімічних реакцій, для очищення промислових стічних вод використовують фізичні явища. Наприклад, деякі шкідливі речовини, які перебувають у розчиненому стані, поглинають активованим вугіллям.

Побутові стоки містять переважно органічні речовини. Їх спрямовують у штучні ставки з колоніями бактерій, які переробляють ці речовини на вуглекислий газ, азот, воду та ін.

Очищення води в домашніх умовах. Часто воду перед використанням для пиття, приготування їжі нагрівають до кипіння. За температури 100 °C у ній гинуть мікроорганізми і бактерії, а частина розчинених природних речовин перетворюється на нерозчинні, які поступово осідають на дно посудини. Після відстоювання прокип'ячену воду зливають з осаду.

Досить ефективними для додаткового очищення води є побутові фільтри (мал. 92). У них містяться речовини, які вбирають із води неорганічні та органічні домішки.



Мал. 92. Побутовий фільтр для очищення води

ВИСНОВКИ

Гідросфера, як і інші частини планети, потерпає від техногенних забруднень. У довкілля потрапляють недостатньо знешкоджені промислові та побутові стоки. Тому охорона водних ресурсів є актуальною проблемою.

Природну воду перед спрямуванням у водопровід очищують від домішок і знезаражують

різними методами. Деякі з них ґрунтуються на проведенні хімічних реакцій певних реагентів із речовинами-забрудниками.

?

221. За матеріалами з інтернету або інших джерел інформації підготуйте невелике повідомлення на одну із таких тем:
    а) витрати води на металургійних заводах, підприємствах хімічної, легкої, харчової промисловості;
    б) вплив залишків мийних засобів у стічній воді на стан природних водойм;
    в) речовини, які очищують воду в побутових фільтрах.
222. З'ясуйте, які засоби побутової хімії використовуються у вас вдома. Яка загальна маса цих засобів витрачається щомісяця? Куди потрапляють залишки від їх використання?
223. Вода, яку набрали з бювету, має слабкий запах. Що ви вчините, щоб усунути цей запах?
224. Після заміни водопровідних труб із кранів почала витікати каламутна вода. Як зробити її прозорою?

ДОМАШНІЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

Очищення води

Вивчаючи способи розділення сумішей, ви проводили домашній експеримент з очищення води від накипу (с. 56). Пропонуємо виконати досліди, які імітують процес очищення води за допомогою побутового фільтру.

Налийте у дві склянки до половини їхнього об'єму воду. В одну з них додайте краплю розчину брильянтового зеленого (зеленки), а в іншу — краплю йодної настоянки. Перемішайте вміст склянок і помістіть у кожну 1—2 пігулки активованого вугілля (цю речовину використовують у багатьох побутових фільтрах). Що спостерігаєте?

Яка речовина швидше поглинається активованим вугіллям — брильянтовий зелений чи йод?

Післямова

Ось і завершився навчальний рік. Сподіваємось, вам було цікаво вивчати новий предмет — хімію.

Ознайомлення з хімією розширило ваші уявлення про природу. Ви дізналися, що речовини зазнають перетворень, які називають хімічними реакціями. Усі речовини утворені хімічними елементами — певними видами атомів. Нині відомо 115 елементів. Найважливіші відомості про них містяться в періодичній системі хімічних елементів.

Протягом навчального року ви здійснили чимало дослідів із речовинами у шкільному хімічному кабінеті, а можливо, і вдома, спостерігали за перебігом хімічних реакцій, навчилися розв'язувати найпростіші задачі з хімії, складати хімічні формули і хімічні рівняння.

Уроків хімії у 8-му класі буде більше. Ви отримаєте нові знання із цього предмету, набудете нових умінь і навичок.

Бажаємо вам, тепер уже восьмикласникам, успіхів у вивченні хімії, незабутніх вражень і задоволення від проведених хімічних дослідів.

Відповіді до задач і вправ

Розділ 1. Початкові хімічні поняття

43. Кава — розчинна або мелена. **44.** Можна. Потрібно випарити з розчину воду, але не повністю. **53.** У рідині міг міститися розчинений газ або речовина, яка під час нагрівання повністю перетворилася на газ (гази). **121.** $m(Ca) = 19{,}04$ г; $m(H) = 0{,}96$ г. **122.** m(сполуки) = 200 г. **123.** $x = 3$. **124.** Зразок не є чистою сполукою. **125.** 1б, 2а, 3б, 4а, 5а, 6б.

Розділ 2. Кисень

135. в) $w(O) = 53{,}3\ \%$. **137.** $m(O_2) = 2{,}99$ г. **142.** б) $2AlBr_3 + 3Cl_2 = 2AlCl_3 + 3Br_2$. **152.** Ні. **155.** Зважте на те, що кисень трохи важчий за повітря. **162.** а) $n = 1, 2, 3$ і 4; б) $n = 1, 3, 5$ і 7. **163.** $w(O) = 68{,}6\ \%$. **164.** Вакуум утворився у колбі, в якій спалили магній. **169.** $CS_2 + 3O_2 \overset{t}{=} CO_2 + 2SO_2$. **170.** б) $4NH_3 + 3O_2 \overset{t}{=} 2N_2 + 6H_2O$. **172.** $(C_2H_5)_2O + 6O_2 \overset{t}{=} 4CO_2 + 5H_2O$.

Розділ 3. Вода

198. $m(H_2O) = 114$ г. **199.** m(солі) = 18 г; $V(H_2O) = 1982$ мл. **200.** w(речовини) = 0,24. **202.** m(гліцерину) = 8,8 г. **203.** Необхідно у розчині розчинити ще 0,42 г сечовини. **204.** Необхідно до розчину додати 10 мл води. **206.** б) $I_2O_5 + H_2O = 2HIO_3$. **207.** г) Cl_2O_7. **208.** а) $w(O) = 56{,}3\ \%$; б) $w(O) = 65{,}3\ \%$. **209.** $m(NaOH) = 750$ г. **210.** $w(HNO_3) = 24{,}4\ \%$. **214.** Можна, якщо хоча б один із оксидів вступає в реакцію з водою. **218.** б) $2MoS_2 + 7O_2 \overset{t}{=} 2MoO_3 + 4SO_2$. **220.** $m(SO_2) = 120$ кг.

Словник термінів

Атом — найменша електронейтральна частинка речовини, яка складається з ядра і електронів, що рухаються навколо нього.

Атомна одиниця маси (скорочено — *а. о. м.)* — 1/12 маси атома Карбону.

Бінарна сполука — сполука, утворена двома елементами.

Валентність — здатність атома сполучатися з певною кількістю таких самих або інших атомів.

Відносна атомна маса — відношення маси атома до 1/12 маси атома Карбону.

Відносна молекулярна маса — відношення маси молекули до 1/12 маси атома Карбону.

Вищий оксид елемента — оксид, у якому елемент виявляє максимально можливе для нього значення валентності.

Властивості речовини — ознаки, за якими речовина відрізняється від іншої або подібна до неї.

Гідроксиди — сполуки металічних елементів із загальною формулою $M(OH)_n$.

Гідроксильна група — група атомів ОН.

Горіння — хімічна реакція, під час якої виділяється теплота і з’являється полум’я.

Графічна формула — формула, в якій за допомогою рисок показано, як атоми сполучені в молекулі.

Група (елементів) — стовпчик періодичної системи.

Дистильована вода — вода, яку очищено перегонкою (дистиляцією).

Електрон — негативно заряджена частинка, складник атома.

Індикатор — речовина, яка змінює забарвлення за дії розчинів лугу і кислоти.

Йон — заряджена частинка, утворена внаслідок втрати атомом або приєднання до нього одного чи кількох електронів.

Каталізатор — речовина, яка спричиняє перебіг реакції або прискорює її, залишаючись після реакції незмінною.

Компонент — речовина, складова частина суміші.

Луг — розчинна або малорозчинна у воді основа.

Масова частка елемента у сполуці — відношення маси елемента до відповідної маси сполуки.

Масова частка розчиненої речовини у розчині — відношення маси речовини до маси розчину.

Матеріал — речовина або суміш речовин, яку використовують у будівництві, для виготовлення обладнання, предметів побуту, художніх виробів тощо.

Молекула — частинка речовини, яка складається із двох або більшої кількості сполучених атомів.

Неоднорідна суміш — суміш речовин, у якій речовини можна виявити спостереженням.

Однорідна суміш — суміш речовин, у якій речовини неможливо виявити спостереженням.

Окиснення — хімічне перетворення речовини за участі кисню.

Оксид — сполука, утворена двома елементами, одним із яких є Оксиген.

Органічні речовини — сполуки Карбону (за деякими винятками).

Основи — гідроксиди багатьох металічних елементів.

Період — рядок або два суміжні рядки періодичної системи.

Періодична система хімічних елементів — таблиця, в якій елементи розміщені за зростанням заряду ядер атомів.

Порядковий номер хімічного елемента — номер клітинки періодичної системи, де розміщений елемент.

Проста речовина — речовина, утворена одним хімічним елементом.

Реагент — речовина, яка вступає в хімічну реакцію.

Реакція розкладу — реакція, під час якої з однієї речовини утворюється кілька інших.

Реакція сполучення — реакція, в якій беруть участь кілька речовин, а утворюється одна.

Розчин — однорідна суміш речовин.

Розчинник — компонент розчину, який перебуває в такому самому агрегатному стані, що й розчин.

Складна речовина, або *сполука,* — речовина, утворена кількома хімічними елементами.

Схема хімічної реакції — запис реакції за допомогою хімічних формул реагентів і продуктів.

Фізичне явище — явище, під час якого речовина не перетворюється на іншу.

Хімічна формула — позначення атома, молекули, речовини за допомогою символів хімічних елементів та індексів.

Хімічне рівняння — запис хімічної реакції за допомогою формул реагентів і продуктів, який відповідає закону збереження маси речовин.

Хімічне явище, або *хімічна реакція,* — явище, під час якого речовина (кілька речовин) перетворюється на іншу (інші).

Хімічний елемент — вид атомів із певним зарядом ядра.

Хімія — наука про речовини та їх перетворення.

Ядро атома — позитивно заряджений складник атома.

Предметний покажчик

А
Агрегатний стан 37
Аерозоль 49
Алхімія 13
Атом 38, 60
Атомна одиниця маси 69

Б
Бінарна сполука 87

В
Валентність 84
Відносна атомна маса 69
Відносна молекулярна маса 90
Відносна формульна маса 92
Властивості речовини 40
  фізичні 41
  хімічні 102
Вода
  будова молекули 148
  очищення 180
  поширеність у природі 148
  фізичні властивості 149
  хімічні властивості 102, 162

Г
Гідроксид (гідрат оксиду) 162
Гідроксильна група 163
Горіння 133
Графічна формула молекули 86
Група елементів (у періодичній системі) 63

Д
Дистиляція *див.* Перегонка

Е
Електрон 38, 60
Емульсія 49

З
Закон збереження маси речовин під час хімічної реакції 113

І
Індикатор 167

Й
Йон 61

К
Каталізатор 121
Кисень
  біологічна роль 142
  відкриття 118
  добування 119
  застосування 143
  збирання 122
  поширеність у природі 109
  фізичні властивості 110
  хімічні властивості 127, 133
Кислоти 164
Кислотні опади 173
Колообіг елемента 141
Кристал 37

Л
Луги 164

М
Масова частка елемента у сполуці 93
Масова частка розчиненої речовини 154
Матеріал 36
Метали 72
Металічні елементи 75
Молекула 38

Н

Неметали 73
Неметалічні елементи 75

О

Озон 144
Окиснення 135
Оксиди 130
   назви 131
   хімічні властивості 133, 162, 164
Основи 164

П

Перегонка 53
Період 63
Періодична система хімічних елементів 63
Піна 18
Повітря 109
Порядковий номер хімічного елемента 64
Поширеність хімічних елементів 66

Р

Реагент 98
Реакція
   розкладу 121
   сполучення 128
Речовина
   аморфна 37
   кристалічна 37
   неорганічна 79
   органічна 78
   проста 72
   складна 77
Розчин 48, 151
Розчинник 152

С

Склад речовини
   кількісний 83
   якісний 83
Сполука *див.* Речовина складна
Суміші
   однорідні 47
   неоднорідні 48
Суспензія 49
Схема хімічної реакції 112

Ф

Фізичне явище 97
Фотосинтез 142

Х

Хімічна реакція 98
Хімічна формула 81
Хімічне рівняння 115
Хімічне явище *див.* Хімічна реакція
Хімічний елемент 61
Хімія 5

Я

Ядро атома 38, 60

Література для учнів

1. Аликберова Л. Ю. Занимательная химия: Книга для учащихся, учителей и родителей / Аликберова Л. Ю. — М. : АСТ-ПРЕСС, 2002. — 560 с.
2. Большая детская энциклопедия: Химия / сост. К. Люцис. — М. : Русское энциклопедическое товарищество, 2001. — 640 с.
3. Василега М. Д. Цікава хімія / Василега М. Д. — К. : Рад. шк., 1989. — 188 с.
4. Карцова А. А. Химия без формул / Карцова А. А. — СПб. : Авалон, Азбука-классика, 2005. — 112 с.
5. Крикля Л. С. Хімія: задачі та вправи. 8 клас. / Крикля Л. С., Попель П. П. — К. : ВЦ «Академія», 2002. — 232 с.
6. Левицкий М. М. Увлекательная химия. Просто о сложном, забавно о серьезном / Левицкий М. М. — М. : АСТ ; Астрель, 2008. — 448 с.
7. Леенсон И. А. 100 вопросов и ответов по химии : учеб. пособие / Леенсон И. А. — М. : АСТ ; Астрель, 2002. — 347 с.
8. Леенсон И. А. Занимательная химия / Леенсон И. А. — М. : РОСМЭН, 2000. — 104 с.
9. Степин Б. Д. Занимательные задания и эффектные опыты по химии / Степин Б. Д., Аликберова Л. Ю. — М. : Дрофа, 2002. — 432 с.
10. Степин Б. Д. Книга по химии для домашнего чтения / Степин Б. Д., Аликберова Л. Ю. — М. : Химия, 1995. — 400 с.
11. Химия (Иллюстрированная энциклопедия школьника). — М. : Мир энциклопедий, 2006. — 96 с.
12. Химия: Школьный иллюстрированный справочник : пер. с англ. — М. : РОСМЭН, 1998. — 128 с.
13. Химия: Энциклопедия химических элементов / под ред. А. М. Смолеговского. — М. : Дрофа, 2000. — 432 с.
14. Энциклопедический словарь юного химика / сост. В. А. Крицман, В. В. Станцо. — М. : Педагогика, 1990. — 319 с.
15. Энциклопедия для детей. Т. 17 : Химия / глав. ред. В. А. Володин. — М. : Аванта+, 2000. — 640 с.
16. Яковішин Л. О. Цікаві досліди з хімії: у школі та вдома / Яковішин Л. О. — Севастополь : Біблекс, 2006. — 176 с.

Інтернет-сайти, які містять цікавий матеріал з хімії

1. http://www.alhimik.ru
2. http://chemistry-chemists.com
3. http://chemworld.narod.ru
4. http://www.hemi.nsu.ru
5. http://www.hij.ru
6. http://www.xumuk.ru

Зміст

Шановні семикласники! 3

Вступ

§ 1. Хімія — природнича наука..5
§ 2. Як виникла і розвивалася наука хімія....................................11
§ 3. Правила роботи в хімічному кабінеті.
Лабораторний посуд і обладнання..16
§ 4. Найпростіші операції в хімічному експерименті.
Правила безпеки в хімічному кабінеті.......................................24
Практична робота № 1. Будова полум'я.
Найпростіші операції в хімічному експерименті 30

Розділ 1. Початкові хімічні поняття

§ 5. Речовини. Атоми, молекули...34
§ 6. Фізичні властивості речовин. Як вивчають речовини 40
На дозвіллі. Властивості деяких речовин................................45
§ 7. Чисті речовини і суміші 46
§ 8. Методи розділення сумішей 51
Домашній експеримент. Очищення води
від накипу фільтруванням..56
Практична робота № 2. Розділення
неоднорідної суміші 57
§ 9. Атоми. Хімічні елементи...60
Для допитливих. Поширеність хімічних елементів 66
§ 10. Маса атома. Відносна атомна маса 68
§ 11. Прості речовини. Метали і неметали 72
§ 12. Складні речовини 77
§ 13. Хімічні формули 81
§ 14. Валентність хімічних елементів..84
На дозвіллі. «Виготовляємо» молекули....................................90
§ 15. Відносна молекулярна маса 90
§ 16. Масова частка елемента у складній речовині 93
§ 17. Фізичні та хімічні явища (хімічні реакції).
Хімічні властивості речовин 97
На дозвіллі. Зміна кольору під час хімічної реакції......103
Домашній експеримент. Взаємодія
харчової соди з лимонною кислотою,
соком квашеної капусти, кефіром..104
Практична робота № 3. Дослідження
фізичних і хімічних явищ 104

Для допитливих. Фізичні та хімічні явища при виведенні плям 106

Розділ 2. Кисень

§ 18. Оксиген. Кисень 107
§ 19. Схема хімічної реакції. Закон збереження маси речовин під час хімічної реакції. Хімічне рівняння 111
§ 20. Добування кисню 118
Практична робота № 4. Добування кисню, збирання і доведення його наявності 124
Домашній експеримент. Каталітична дія речовин, які містяться в овочах і м'ясі, на розклад гідроген пероксиду 126
§ 21. Хімічні властивості кисню: реакції з простими речовинами. Оксиди 127
§ 22. Хімічні властивості кисню: реакції зі складними речовинами. Процеси окиснення 132
На дозвіллі. Гасіння полум'я 136
§ 23. Небезпечні речовини та їх маркування 137
§ 24. Колообіг Оксигену в природі. Біологічна роль і застосування кисню 140

Розділ 3. Вода

§ 25. Вода 147
§ 26. Розчин і його компоненти. Вода як розчинник 151
§ 27. Кількісний склад розчину. Масова частка розчиненої речовини 154
Домашній експеримент. Виготовлення водного розчину кухонної солі 161
§ 28. Реакції води з оксидами 161
§ 29. Виявлення лугів і кислот у розчинах за допомогою індикаторів 166
На дозвіллі. Індикатори в рослинах 170
§ 30. Значення води і водних розчинів. Кислотні опади 171
§ 31. Проблема чистої води 176
Домашній експеримент. Очищення води 182

Післямова 183
Відповіді до задач і вправ 184
Словник термінів 185
Предметний покажчик 187
Література для учнів 189

Періодична система хімічних елементів (короткий варіант)

Періоди	Групи									
	a I b	a II b	a III b	a IV b	a V b	a VI b	a VII b	a VIII b		
1	H 1 Гідроген 1,0079 *Водень*						(H)	He 2 Гелій 4,0026		
2	Li 3 Літій 6,941	Be 4 Берилій 9,012	B 5 Бор 10,81	C 6 Карбон 12,011 *Вуглець*	N 7 Нітроген 14,0067 *Азот*	O 8 Оксиген 15,999 *Кисень*	F 9 Флуор 18,998 *Фтор*	Ne 10 Неон 20,180		
3	Na 11 Натрій 22,990	Mg 12 Магній 24,305	Al 13 Алюміній 26,982	Si 14 Силіцій 28,086	P 15 Фосфор 30,974	S 16 Сульфур 32,06 *Сірка*	Cl 17 Хлор 35,453	Ar 18 Аргон 39,948		
4	K 19 Калій 39,098	Ca 20 Кальцій 40,08	21 Sc 44,956 Скандій	22 Ti 47,87 Титан	23 V 50,941 Ванадій	24 Cr 51,996 Хром	25 Mn 54,938 Манган	26 Fe 55,845 Ферум *Залізо*	27 Co 58,933 Кобальт	28 Ni 58,69 Нікель
	29 Cu 63,546 Купрум *Мідь*	30 Zn 65,41 Цинк	Ga 31 Галій 69,72	Ge 32 Германій 72,64	As 33 Арсен 74,922	Se 34 Селен 78,96	Br 35 Бром 79,904	Kr 36 Криптон 83,80		
5	Rb 37 Рубідій 85,468	Sr 38 Стронцій 87,62	39 Y 88,906 Ітрій	40 Zr 91,22 Цирконій	41 Nb 92,906 Ніобій	42 Mo 95,94 Молібден	43 Tc [98] Технецій	44 Ru 101,07 Рутеній	45 Rh 102,905 Родій	46 Pd 106,4 Паладій
	47 Ag 107,868 Аргентум *Срібло*	48 Cd 112,41 Кадмій	In 49 Індій 114,82	Sn 50 Станум 118,71 *Олово*	Sb 51 Стибій 121,76	Te 52 Телур 127,60	I 53 Йод 126,904	Xe 54 Ксенон 131,29		
6	Cs 55 Цезій 132,91	Ba 56 Барій 137,33	57 La* 138,905 Лантан	72 Hf 178,49 Гафній	73 Ta 180,948 Тантал	74 W 183,84 Вольфрам	75 Re 186,207 Реній	76 Os 190,2 Осмій	77 Ir 192,22 Іридій	78 Pt 195,09 Платина
	79 Au 196,967 Аурум *Золото*	80 Hg 200,59 Меркурій *Ртуть*	Tl 81 Талій 204,38	Pb 82 Плюмбум 207,2 *Свинець*	Bi 83 Бісмут 208,980	Po 84 Полоній [209]	At 85 Астат [210]	Rn 86 Радон [222]		
7	Fr 87 Францій [223]	Ra 88 Радій [226]	89 Ac** [227] Актиній	104 Rf [261] Резерфордій	105 Db [262] Дубній	106 Sg [266] Сиборгій	107 Bh [264] Борій	108 Hs [267] Гасій	109 Mt [268] Майтнерій	110 Ds Дармштадтій [271]
	111 Rg [272] Рентгеній	112 Cn [285] Коперницій	113	Fl 114 Флеровій [289]	115	Lv 116 Лівермортій [293]	117	Uuo 118 Унуноктій		

*Лантаноїди	58 Ce 140,12 Церій	59 Pr 140,908 Празеодим	60 Nd 144,24 Неодим	61 Pm [145] Прометій	62 Sm 150,4 Самарій	63 Eu 151,96 Європій	64 Gd 157,25 Гадоліній	65 Tb 158,925 Тербій	66 Dy 162,50 Диспрозій	67 Ho 164,93 Гольмій	68 Er 167,26 Ербій	69 Tm 168,93 Тулій	70 Yb 173,04 Ітербій	71 Lu 174,97 Лютецій
**Актиноїди	90 Th 232,038 Торій	91 Pa [231] Протактиній	92 U 238,029 Уран	93 Np [237] Нептуній	94 Pu [244] Плутоній	95 Am [243] Америцій	96 Cm [247] Кюрій	97 Bk [247] Берклій	98 Cf [251] Каліфорній	99 Es [252] Ейнштейній	100 Fm [257] Фермій	101 Md [258] Менделевій	102 No [259] Нобелій	103 Lr [262] Лоуренсій

Типи елементів

s-елементи · *p*-елементи · *d*-елементи · *f*-елементи

Елементи кожного типу мають подібну електронну будову атомів.

Періодична система хімічних елементів (довгий варіант)

Періоди	Групи Ia	IIa	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	VIIIb			Ib	IIb	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	VIIIa
1	H 1 Гідроген *Водень*																(1 H)	2 He Гелій
2	Li 3 Літій	Be 4 Берилій											5 B Бор	6 C Карбон *Вуглець*	7 N Нітроген *Азот*	8 O Оксиген *Кисень*	9 F Флуор *Фтор*	10 Ne Неон
3	Na 11 Натрій	Mg 12 Магній											13 Al Алюміній	14 Si Силіцій	15 P Фосфор	16 S Сульфур *Сірка*	17 Cl Хлор	18 Ar Аргон
4	K 19 Калій	Ca 20 Кальцій	Sc 21 Скандій	Ti 22 Титан	V 23 Ванадій	Cr 24 Хром	Mn 25 Манган	Fe 26 Ферум *Залізо*	Co 27 Кобальт	Ni 28 Нікель	29 Cu Купрум *Мідь*	30 Zn Цинк	31 Ga Галій	32 Ge Германій	33 As Арсен	34 Se Селен	35 Br Бром	36 Kr Криптон
5	Rb 37 Рубідій	Sr 38 Стронцій	Y 39 Ітрій	Zr 40 Цирконій	Nb 41 Ніобій	Mo 42 Молібден	Tc 43 Технецій	Ru 44 Рутеній	Rh 45 Родій	Pd 46 Паладій	47 Ag Аргентум *Срібло*	48 Cd Кадмій	49 In Індій	50 Sn Станум *Олово*	51 Sb Стибій	52 Te Телур	53 I Йод	54 Xe Ксенон
6	Cs 55 Цезій	Ba 56 Барій	La* 57 Лантан	Hf 72 Гафній	Ta 73 Тантал	W 74 Вольфрам	Re 75 Реній	Os 76 Осмій	Ir 77 Іридій	Pt 78 Платина	79 Au Аурум *Золото*	80 Hg Меркурій *Ртуть*	81 Tl Талій	82 Pb Плюмбум *Свинець*	83 Bi Бісмут	84 Po Полоній	85 At Астат	86 Rn Радон
7	Fr 87 Францій	Ra 88 Радій	Ac** 89 Актиній	Rf 104 Резерфордій	Db 105 Дубній	Sg 106 Сиборгій	Bh 107 Борій	Hs 108 Гасій	Mt 109 Майтнерій	Ds 110 Дармштадтій	111 Rg Рентгеній	112 Cn Коперницій	113	114 Fl Флеровій	115	116 Lv Ліверморій	117	118 Uuo Унуноктій

*Лантаноїди

58 Ce Церій	59 Pr Празеодим	60 Nd Неодим	61 Pm Прометій	62 Sm Самарій	63 Eu Європій	64 Gd Гадоліній	65 Tb Тербій	66 Dy Диспрозій	67 Ho Гольмій	68 Er Ербій	69 Tm Тулій	70 Yb Ітербій	71 Lu Лютецій

**Актиноїди

90 Th Торій	91 Pa Протактиній	92 U Уран	93 Np Нептуній	94 Pu Плутоній	95 Am Америцій	96 Cm Кюрій	97 Bk Берклій	98 Cf Каліфорній	99 Es Ейнштейній	100 Fm Фермій	101 Md Менделевій	102 No Нобелій	103 Lr Лоуренсій

Типи елементів

s-елементи *p*-елементи *d*-елементи *f*-елементи

Ліворуч від ламаної лінії перебувають металічні елементи, праворуч — неметалічні.

Елементи кожного типу мають подібну електронну будову атомів.